

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 10-031750

(43) Date of publication of application : 03.02.1998

(51) Int.CI.

G06T 11/00

G06F 3/153

(21) Application number : 08-187455

(71) Applicant : HITACHI LTD

(22) Date of filing : 17.07.1996

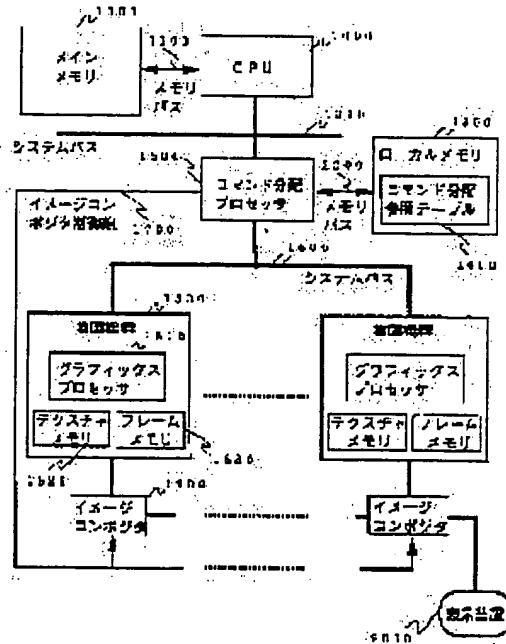
(72) Inventor : NAKAMURA ATSUSHI
KOGA KAZUYOSHI
FUJII HIDEKI

(54) GRAPHICS COMMAND DISTRIBUTING METHOD AND GRAPHICS SYSTEM THEREFOR

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a graphics system capable of effectively utilizing texture memories in respective plotting mechanisms, assuring the processing order and executing anti-aliasing by properly distributing an object command.

SOLUTION: The graphics system comprising a plurality of plotting mechanisms 1800 and a plurality of image compositors 1900 for synthesizing outputs from the mechanisms 1800 is provided with a command distribution processor 1500. A plurality of textures are distributed and stored in respective plotting mechanisms 1800, the storing address information of respective textures is recorded in a command distribution reference table 1400, an object command is transferred to a specific plotting mechanism 1800 in accordance with the storing address information and the texture arrangement of each plotting mechanism is changed in each frame, based on the number of object commands processed by each plotting mechanism, processing performance and the using frequency and the number of storing addresses of respective textures.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

This Page Blank (uspto)

(51)Int.Cl.⁸

G 0 6 T 11/00

G 0 6 F 3/153

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 6 F 15/72

3 5 0

3/153

3 3 0 A

(21)出願番号 特願平8-187455

(22)出願日 平成8年(1996)7月17日

審査請求 未請求 請求項の数19 O.L (全26頁)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 中村 淳

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 古賀 和義

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 藤井 秀樹

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株式会社日立製作所大みか工場内

(74)代理人 弁理士 富田 和子

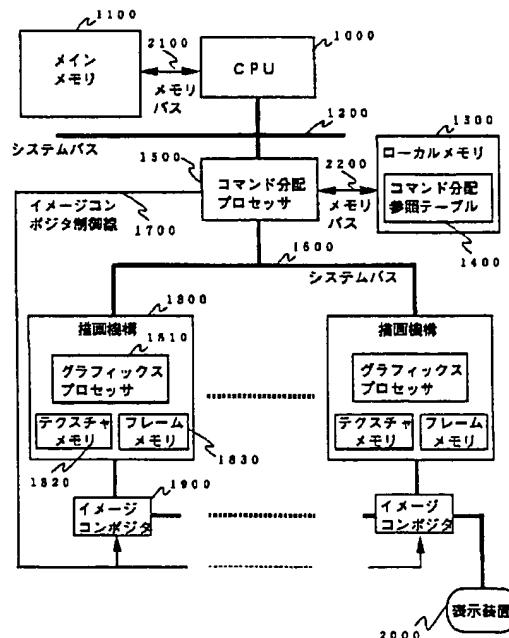
(54)【発明の名称】 グラフィックスコマンド分配方法及びそのグラフィックスシステム

(57)【要約】

【課題】オブジェクトコマンドを適切に分配することにより、各描画機構のテクスチャメモリを有効活用したり、処理順序を保証したり、アンチエリアシングを実行したりすることができるグラフィックスシステムを提供する。

【解決手段】複数の描画機構1800とそれらの出力を合成するイメージコンポジタ1900とを備えるグラフィックスシステムにおいて、複数のテクスチャを各描画機構に分散して保存させ、各テクスチャの保存場所情報をコマンド分配参照テーブル1400に記録し、その情報に応じてオブジェクトコマンドを特定の描画機構に転送し、さらに各描画機構の処理したオブジェクトコマンド数と処理性能、各テクスチャの使用頻度と格納場所数に基づいて、1フレーム毎に各描画機構のテクスチャの配置を変更するコマンド分配プロセッサ1500を設ける。

第1の実施形態におけるグラフィックスシステム構成図(図1)



This Page Blank (uspto)

【特許請求の範囲】

【請求項1】入力されるグラフィックスコマンドに応じてイメージをそれぞれ生成する複数の描画機構と、それら描画機構で生成されたイメージを重畠して合成するイメージ合成手段とを備えるグラフィックスシステムにおいて、

前記複数の描画機構のそれぞれで行われるグラフィックス処理に関する情報を記憶する参照情報記憶手段と、処理すべきグラフィックスコマンドを受け付け、当該受け付けたグラフィックスコマンドの種類および前記参照情報記憶手段に格納されている情報に応じて当該グラフィックスコマンドの転送先を決定し、当該決定した転送先へ当該グラフィックスコマンドを転送するコマンド分配手段とを有することを特徴とするグラフィックスシステム。

【請求項2】請求項1において、

前記複数の描画機構の各々は、イメージ生成時に使用するテクスチャを記憶するテクスチャメモリを有し、前記参照情報記憶手段には、前記複数の描画機構で記憶されているテクスチャに係る情報が少なくとも格納されており、

前記コマンド分配手段は、前記転送すべきグラフィックスコマンドがオブジェクトコマンドである場合、前記参照情報記憶手段に格納されたテクスチャに係る情報に応じて当該オブジェクトコマンドの転送先を決定することを特徴とするグラフィックスシステム。

【請求項3】請求項2において、

前記参照情報記憶手段には、前記各描画機構で処理したオブジェクトコマンド数、前記各テクスチャの使用頻度、および、前記各テクスチャの格納場所数が記憶されるものであり、

前記コマンド分配手段は、前記参照情報記憶手段に記憶されている情報から、オブジェクトコマンドの処理数が前記各描画機構間で予め定めた許容範囲内で均等になるように、前記複数の描画機構に記憶されているテクスチャの配置を変更することを特徴とするグラフィックスシステム。

【請求項4】請求項3において、

前記参照情報記憶手段には、前記各描画機構の処理性能に係る情報がさらに記憶されるものであり、

前記コマンド分配手段は、前記参照情報記憶手段に記憶されている情報から、オブジェクトコマンドの処理時間が各描画機構間で予め定めた許容範囲内で均等になるように、前記複数の描画機構に記憶されているテクスチャの配置を変更することを特徴とするグラフィックスシステム。

【請求項5】複数の描画機構とそれら描画機構からの出力を重畠して合成するイメージ合成手段とを備えるグラフィックスシステムにおいて、

入力されるオブジェクトコマンドを予め定めた個数（以

下P個とする）単位で、前記各描画機構へ順番に転送するコマンド分配手段を有することを特徴とするグラフィックスシステム。

【請求項6】請求項5において、

前記コマンド分配手段は、前記複数の描画機構のうち最後の描画機構を除いた他の描画機構へ前記オブジェクトコマンドをP個単位で順番に転送し、当該最後の描画機構へはP個を越ても、当該1フレームが終了するまで転送を続けることを特徴とするグラフィックスシステム。

【請求項7】請求項6において、

前記各描画機構が予め定めたフレーム期間に処理したオブジェクトコマンドの総数に関する情報を少なくとも記憶する参照情報記憶手段をさらに有し、前記コマンド分配手段は、前記参照情報記憶手段の情報に応じて、予め定めたフレーム数毎に、前記各描画機構へ転送するオブジェクトコマンド数Pを決定することを特徴とするグラフィックスシステム。

【請求項8】請求項5において、

前記各描画機構の処理性能に関する情報を少なくとも記憶する参照情報記憶手段をさらに有し、前記コマンド分配手段は、前記参照情報記憶手段の情報を用いて、前記各描画機構毎に転送するオブジェクトコマンド数Pを決定することを特徴とするグラフィックスシステム。

【請求項9】請求項1において、

前記参照情報記憶手段には、現在処理中のフレームで前記各描画機構が処理したオブジェクトコマンド数、および、前記各描画機構の処理性能が記憶されるものあり、

前記コマンド分配手段は、前記参照情報記憶手段に格納されている情報に応じて、当該オブジェクトコマンドの転送先を決定することを特徴とするグラフィックスシステム。

【請求項10】複数の描画機構とそれら描画機構の出力を重畠して合成するイメージ合成手段とを備えるグラフィックスシステムにおいて、

前記各描画機構毎に標本点を設定し、各画素の輝度値を全描画機構の数で割った値を加算するよう前記イメージ合成手段の合成方法を設定するイメージ合成方法設定手段と、

前記複数の描画機構の全てへ共通のオブジェクトコマンドを転送するコマンド分配手段とを有することを特徴とするグラフィックスシステム。

【請求項11】複数の描画機構とそれら描画機構の出力を合成するイメージ合成手段とを備えるグラフィックスシステムにおいて、

予め設定された実行可能な複数種類の分配方法のいずれかを用いて、オブジェクトコマンドを各描画機構へ転送するコマンド分配手段と、

前記各分配方法の実行に必要な情報を記憶する参照情報記憶手段と、

入力されたユーザ操作に応じて前記分配方法の1つを選択する分配方法選択手段とを有し、

前記参照情報記憶手段は、現在実行されている分配方法によらず、前記複数種類の分配方法の各々で必要な情報を記録することを特徴とするグラフィックスシステム。

【請求項12】複数の描画機構とそれら描画機構の出力を画素単位で重畳して合成するイメージ合成手段とを備えるグラフィックスシステムにおいて、

前記各描画機構は、現在処理されているフレーム中に描画された画素かどうかを判別する判別手段を有するフレームメモリを備え、

前記イメージ合成手段は、画素合成時に前記判別手段の判別結果を参照し、当該1フレーム中に描画された画素だけをZ値比較し画素合成することを特徴とするグラフィックスシステム。

【請求項13】複数の描画機構とそれら描画機構の出力を重畳して合成するイメージ合成手段とを備えるグラフィックスシステムでのグラフィックスコマンド分配方法において、

前記複数の描画機構のそれぞれでのグラフィックス処理に係る情報を記録し、当該記録した情報および入力されたグラフィックスコマンドの種類に応じて、当該グラフィックスコマンドの分配先を決定することを特徴とするグラフィックスコマンド分配方法。

【請求項14】請求項13において、

前記複数の描画機構の各々にテクスチャを記憶するテクスチャメモリを設け、

前記グラフィックス処理に係る情報として、前記複数の描画機構で記憶されているテクスチャに係る情報を少なくとも記録し、当該記録した情報に応じて、前記グラフィックスコマンドのうちのオブジェクトコマンドの分配先を決定することを特徴とするグラフィックスコマンド分配方法。

【請求項15】複数の描画機構とそれら描画機構の出力を重畳して合成するイメージ合成手段とを備えるグラフィックスシステムでのグラフィックスコマンド分配方法において、

前記グラフィックスコマンドのうちのオブジェクトコマンドを予め定めた個数単位で、前記各描画機構へ順番に転送することを特徴とするグラフィックスコマンド分配方法。

【請求項16】複数の描画機構とそれら描画機構の出力を重畳して合成するイメージコンポジション手段とを備えるグラフィックスシステムでのグラフィックスコマンド分配方法において、

現在処理中のフレームで前記各描画機構が処理しているオブジェクトコマンド数、および、前記各描画機構の処理性能に関する情報を記録し、当該記録された情報に応

じて、オブジェクトコマンドの分配先を決定することを特徴とするグラフィックスコマンド分配方法。

【請求項17】複数の描画機構とそれら描画機構の出力を重畳して合成するイメージ合成手段とを備えるグラフィックスシステムでのグラフィックスコマンド分配方法において、

各描画機構に標本点を設定し、各画素の輝度値を全描画機構の数で割った値を加算するよう前記イメージ合成手段での合成方法を設定し、全描画機構へ共通のオブジェクトコマンドを転送することを特徴とするグラフィックスコマンド分配方法。

【請求項18】複数の描画機構とそれら描画機構の出力を重畳して合成するイメージ合成手段とを備えるグラフィックスシステムでのグラフィックスコマンド分配方法において、

予め設定された実行可能な複数種類の分配方法のうち、ユーザに指定された分配方法に従いオブジェクトコマンドを各描画機構へ転送するものであって、現在実行されている分配方法によらず、前記複数種類の分配方法の各々の実行に必要な情報を記録することを特徴とするグラフィックスコマンド分配方法。

【請求項19】複数の描画機構とそれら描画機構の出力を画素単位で重畳して合成するイメージ合成手段とを備えるグラフィックスシステムでのグラフィックスコマンド分配方法において、

前記各描画機構毎に、現在処理されているフレーム中に描画された画素かどうかを判別し、画素合成時には前記判別結果を参照し、当該フレーム中に描画された画素だけをZ値比較し画素合成することを特徴とするグラフィックスコマンド分配方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ワークステーションやパソコン等のグラフィックスを処理する技術に係り、特に、描画機構を複数使用する場合のグラフィックスコマンド分配方法、およびその方法を用いたグラフィックスシステムに関する。

【0002】なお、本明細書では、グラフィックスコマンドとグラフィックスデータとは同じものを意味しており、また、グラフィックスコマンドは複数種類のオブジェクトコマンドに分類されるものとする。

【0003】

【従来の技術】ワークステーション等の情報処理装置を含むシステムにおいて、グラフィックス処理を高速化するため、複数の描画機構で独立に画素展開まで行い、その描画機構の出力を1画素単位に合成することにより表示すべき画像を生成する方法がある。例えば、1992年電子情報通信学会秋季大会pp6-201~207に掲載されている”高速高性能三次元CGシステム「昴」”では、複数の描画機構により並列に画素を生成

し、Z-mergerにより各描画機構で生成した画素をZ比較して合成し、表示すべき画像を生成している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は、Foley、van Dam、Feiner、Hughes著の”Computer Graphics PRINCIPLE and PRACTICE”（ADDISON WESLEY刊行）p906～907にもあるように、描画機構の台数に比例して、画像生成時間を短縮できるという利点がある。しかし、前記公知例では、グラフィックスデータを具体的にどのようにして各描画機構へ分配するのかについては言及していない。

【0005】本発明の主な目的は、複数の描画機構と各描画機構で生成された画素を合成するイメージ重畠手段とを備えるグラフィックスシステムにおいて、複数の描画機構により効率的に動作させ、画質の向上あるいは処理能力の向上を図ることができるグラフィックスコマンド分配方法およびグラフィックスシステムを提供することにある。

【0006】より具体的には、本発明の第1の目的は、グラフィックスコマンドの分配法に着目し、前記従来技術の利点を損なうことなく、各描画機構が保持するテクスチャメモリを有効活用できるグラフィックスシステムを提供することである。

【0007】本発明の第2の目的は、前記のテクスチャメモリを有効活用する分配法において、さらに各描画機構の処理負荷を効率的に分散させることができるグラフィックスシステムを提供することである。

【0008】本発明の第3の目的は、前記のテクスチャメモリを有効活用する分配法において、さらに各描画機構の処理性能を考慮した上で、各描画機構間の負荷分散を決定することができるグラフィックスシステムを提供することである。

【0009】本発明の第4の目的は、グラフィックスコマンドの分配法に着目し、前記従来技術の利点を損なうことなく、グラフィックスコマンドが発行された順番にイメージ合成されることを保証するグラフィックスシステムを提供することである。

【0010】本発明の第5の目的は、前記の処理順序を保証する分配法において、さらに各描画機構の処理負荷を効率的に分散させることができるグラフィックスシステムを提供することである。

【0011】本発明の第6の目的は、前記の処理順序を保証する分配法において、さらに各描画機構の処理性能を考慮した上で、各描画機構間の負荷分散を決定することができるグラフィックスシステムを提供することである。

【0012】本発明の第7の目的は、グラフィックスコマンドの分配法に着目し、前記従来技術の利点を損なうことなく、各描画機構の処理性能とオブジェクトコマンド処理数に応じて、各描画機構間の負荷分散を決定することである。

ことができるよう、オブジェクトコマンドを転送するグラフィックスシステムを提供することである。

【0013】本発明の第8の目的は、グラフィックスコマンドの分配法に着目し、各描画機構にアンチエリヤシングをするための特別な手段を設けることなく、アンチエリヤシング等を実現するグラフィックスシステムを提供することである。ここで、モニタの画素は量子化している。本明細書では、この量子化誤差により発生するジャギをなくす表示技術をアンチエリヤシングと定義する。

【0014】本発明の第9の目的は、グラフィックスコマンドの分配法が複数ある時、各分配法に必要な情報をユーザが再設定することなしに、任意に分配法の切替を行うことができるグラフィックスシステムを提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】上述した本発明の主な目的は、入力されるグラフィックスコマンドに応じてイメージをそれぞれ生成する複数の描画機構と、それら描画機構で生成されたイメージを重畠して合成するイメージ合成手段とを備えるグラフィックスシステムにおいて、前記複数の描画機構のそれぞれで行われるグラフィックス処理に関する情報を記憶する参照情報記憶手段と、処理すべきグラフィックスコマンドを受け付け、当該受け付けたグラフィックスコマンドの種類および前記参照情報記憶手段に格納されている情報に応じて当該グラフィックスコマンドの転送先を決定し、当該決定した転送先へ当該グラフィックスコマンドを転送するコマンド分配手段とを有することを特徴とするグラフィックスシステムにより達成される。

【0016】より具体的には、前記第1の目的は、複数のテクスチャを各描画機構に分散して保存させ、テクスチャの保存場所情報を参照情報記憶手段（以下、コマンド分配参照テーブルと呼ぶ）に記録し、その情報により、例えばグラフィックスコマンドのうちのオブジェクトコマンドを固有の描画機構に転送するコマンド分配手段（以下、コマンド分配プロセッサと呼ぶ）を設けることで達成される。

【0017】例えば、テクスチャの使用頻度のばらつきが各描画機構間で少なくなるように、各描画機構にテクスチャを分散して保存する。オブジェクトコマンドは、使用するテクスチャを保存している描画機構の中で、オブジェクトコマンド処理数が最小の描画機構へ転送される。この分配法により、各描画機構が持つテクスチャメモリを有効に使用することができる。

【0018】前記第2の目的は、コマンド分配参照テーブルに各描画機構で処理したオブジェクトコマンド数、各テクスチャの使用頻度、各テクスチャの格納場所数を記録し、その情報からオブジェクトコマンドの処理数を各描画機構間でできるだけ均等になるようにテクスチャ

の配置を変更するコマンド分配プロセッサを設けることで達成される。

【0019】例えば、テクスチャに基づくオブジェクトコマンド分配法において、所定数のフレーム毎に、オブジェクトコマンド処理数最大の描画機構が保持するテクスチャの中で使用頻度の高いテクスチャを、オブジェクトコマンド処理数が少ない描画機構にコピーして、各描画機構間のオブジェクトコマンド処理数のばらつきを抑えるようにする。さらに、テクスチャに基づくオブジェクトコマンド分配法になった時、または、使用頻度の高いテクスチャを他の描画機構へコピーできなくなった時、テクスチャの使用頻度と各描画機構のオブジェクト処理数を基にテクスチャを再配置する。これにより、テクスチャに基づくオブジェクトコマンド分配法において、描画機構間の負荷分散が良くなる。

【0020】前記第3の目的は、コマンド分配参照テーブルに各描画機構で処理したオブジェクトコマンド数、各テクスチャの使用頻度、各テクスチャの格納場所数と各描画機構の処理性能を記録し、その情報からオブジェクトコマンドの処理時間を各描画機構間でできるだけ均等になるようにテクスチャの配置を変更するコマンド分配プロセッサを設けることで達成される。

【0021】例えば、テクスチャに基づくオブジェクトコマンド分配法において、所定数のフレーム毎に、オブジェクトコマンド処理数／処理性能の値が最大の描画機構が保持するテクスチャの中で使用頻度の高いテクスチャを、オブジェクトコマンド処理数／処理性能の値が少ない描画機構にコピーして、各描画機構間のオブジェクトコマンド処理時間のばらつきを抑えるようにする。さらに、テクスチャに基づくオブジェクトコマンド分配法になった時、または、使用頻度の高いテクスチャを他の描画機構へコピーできなくなった時、テクスチャの使用頻度、各描画機構のオブジェクト処理数、各描画機構の処理性能を基にテクスチャを再配置する。これにより、テクスチャに基づくオブジェクトコマンド分配法において、描画機構間の負荷分散が良くなる。

【0022】前記第4の目的は、オブジェクトコマンドをP個単位で、各描画機構へ順番に転送し、最後の描画機構へはP個を越えて、当該1フレームが終了するまで転送するコマンド分配プロセッサを設けることで達成される。

【0023】画素合成する順番に各描画機構へP個ずつオブジェクトコマンドを転送する。最後の描画機構には、転送したオブジェクトコマンド数がP個を越えても、フレームが終了するまでオブジェクトコマンドを転送する。この分配法により、オブジェクトコマンドが発行された順番にイメージ合成を行うことができる。

【0024】前記第5の目的は、コマンド分配参照テーブルに、以前に処理した予め定めたフレーム期間に各描画機構が処理したオブジェクトコマンド数の総数を記録

し、その情報から所定数のフレーム毎に、1台の描画機構へ転送するオブジェクトコマンド数Pを決定するコマンド分配プロセッサを設けることで達成される。

【0025】具体的には、上記処理順序を保証する分配法において、1フレーム毎に、前フレーム中に全描画機構で処理されたオブジェクトコマンド数Mを全描画機構数Nで割ったM/Nの値を1台の描画機構へ転送するオブジェクトコマンド数Pとする。ただし、P < Qの時は、1台にQ個ずつオブジェクトコマンドを転送する。Qは、1台の描画機構に転送するオブジェクトコマンドの最小数である。Qよりも少ないオブジェクトコマンドを転送すると、各描画機構でオブジェクトコマンドを処理する時間よりも転送にかかる時間の方が大きくなり効率が悪くなる。これにより、処理順序を保証する分配法において、描画機構間の負荷分散が良くなる。

【0026】前記第6の目的は、コマンド分配参照テーブルに前フレームで各描画機構が処理したオブジェクトコマンド数の総数と各描画機構の処理性能を記録し、その情報から各描画機構毎に転送するオブジェクトコマンド数Pを決定するコマンド分配プロセッサを設けることで達成される。

【0027】例えば、上記処理順序を保証する分配法において、各描画機構毎に前フレーム中に全描画機構で処理されたオブジェクトコマンド数と各描画機構の処理性能により各描画機構へ転送するオブジェクトコマンド数Pを決定する。ただし、P < Qの時は、1台にQ個ずつオブジェクトコマンドを転送する。これにより、処理順序を保証する分配法において、描画機構間の負荷分散が良くなる。

【0028】前記第7の目的は、コマンド分配参照テーブルに現在のフレーム中に各描画機構が処理したオブジェクトコマンド数と各描画機構の処理性能を記録し、その情報を基にオブジェクトコマンドを転送するコマンド分配プロセッサを設けることで達成される。

【0029】例えば、コマンド分配参照テーブルに現在のフレーム中に各描画機構が処理したオブジェクトコマンド数と各描画機構の処理性能を記録しておき、現在のオブジェクト処理数／処理性能の値が最小の描画機構へオブジェクトコマンドを分配することにより、描画機構間の負荷分散が良くなる。

【0030】前記第8の目的は、各描画機構に各々の個別の標本点を設定し、各画素の輝度値を全描画機構の数で割った値を加算するようにイメージの合成方法を設定し、全描画機構へオブジェクトコマンドを転送するコマンド分配プロセッサを設けることで達成される。ここで、標本点とは、画素の輝度値を表すための画素領域内の代表点のことである。

【0031】すなわち、アンチエリアシングの効果が出るよう、各描画機構に各個別の標本点を設定する。次に、各描画機構の出力である画素の輝度値を全描画機構

数Nで割った値で加算するようにイメージ合成法を設定する。オブジェクトコマンドは、全描画機構へ転送される。各描画機構で標本点が異なるため、同じ位置の画素の輝度値も多少異なる。これらの各描画機構のイメージをイメージ合成することにより、アンチエリアジングが実現できる。

【0032】前記第9の目的は、オブジェクトコマンドの分配方法によらず、コマンド分配参照テーブルに各分配モードで必要な情報を記録するコマンド分配プロセッサを設けることで達成される。

【0033】具体的には、各分配法で必要な情報を、分配法が切り替わっても常にコマンド分配参照テーブルに適時更新し記録する。各分配法は、この情報を参照し、オブジェクトコマンドの分配を行う。これにより、ユーザが各分配法で必要な情報を再設定することなしに、分配方法を切り替えることができる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図1～図25を参照して説明する。

【0035】本発明による第1の実施形態に係るグラフィックスシステムの構成を図1に示す。本実施形態のグラフィックスシステムは、CPU1000と、メインメモリ1100と、ローカルメモリ1300と、コマンド分配プロセッサ1500と、各種バス1200、1600、2100、2200と、複数組の描画機構1800およびイメージコンポジタ1900と、表示装置2000とを有する。

【0036】本実施形態において、イメージコンポジタ1900はイメージ合成手段として機能するが、本発明ではイメージコンポジタ以外の手段を用いてイメージを重畠し合成しても良い。

【0037】CPU1000は、メインメモリ1100にメモリバス2100を介してアクセスし、グラフィックスアプリケーションを実行する。CPU1000は、グラフィックスアプリケーションの実行中に、グラフィックスコマンドをシステムバス1200を介してコマンド分配プロセッサ1500に転送する。

【0038】本実施形態では、グラフィックスコマンドをオブジェクトコマンド、グラフィックス属性コマンド、制御コマンドの3種類に分類している。オブジェクトコマンドは、点、線分、三角形などのオブジェクトを構成するグラフィックスコマンドである。一例としては、三角形の頂点を指定するグラフィックスコマンドがあり、三角形を示すオペコードとそれに続く三角形の頂点座標からなる。グラフィックス属性コマンドは、視点の位置、光源の位置や特性などのオブジェクトの属性を設定するグラフィックスコマンドである。

【0039】制御コマンドは、分配モード切替コマンド、フレーム切替コマンド、テクスチャ指定&取消コマンド、テクスチャ保存&削除コマンドの4種類のグラフ

ィックスコマンドから成る。分配モード切替コマンドは、オブジェクトコマンドの分配方法を切り替えるグラフィックスコマンドである。フレーム切替コマンドは、フレーム終了を意味するグラフィックスコマンドであり、すでに発行済みで、例えばプロセッサ間の伝達バッファにたまっているコマンド等の、全グラフィックスコマンドを実行する。また、フレーム切替コマンドは、イメージコンポジタ1900の処理開始の合図になる。テクスチャ指定&取消コマンドは、1つあるいは複数あるテクスチャの中から現在使用するテクスチャを指定する、またはテクスチャの使用を取り消すグラフィックスコマンドである。テクスチャ保存&削除コマンドは、テクスチャを保存または削除するグラフィックスコマンドである。

【0040】コマンド分配プロセッサ1500は、上述したようなグラフィックスコマンドを受信すると、受信したグラフィックコマンドをシステムバス1600を介して複数の描画機構1800の1台または複数に転送する。コマンド分配プロセッサ1500は、グラフィックコマンドを転送する際には、ユーザが指定するかあるいはデフォルトで設定されている分配モードに応じて、コマンド分配参照テーブル1400を参照しながら、どの描画機構に転送するのかを決める。

【0041】ローカルメモリ1300は、メモリバス2200を介してコマンド分配プロセッサ1500に接続している。コマンド分配参照テーブル1400は、前記ローカルメモリ1300上にあり、コマンド分配プロセッサ1500により適時参照され、更新される。

【0042】描画機構1800は、グラフィックスプロセッサ1810、テクスチャメモリ1820、およびフレームメモリ1830を有する。描画機構1800では転送されてきたグラフィックスコマンドを受信すると、グラフィックスプロセッサ1810が、当該受信したグラフィックスコマンドを画素展開しながらテクスチャメモリ1820を適時参照し、フレームメモリ1830にイメージを生成する。

【0043】グラフィックスプロセッサ1800がフレーム切替コマンドを実行した時、描画機構1800で生成されたフレームの最終イメージは、イメージコンポジタ1900に転送される。イメージコンポジタ1900は、表示装置2000から一番遠くに設置されているイメージコンポジタ1900から順に処理を開始する。イメージコンポジタ1900は、描画機構1800から転送されて来る画素と、自分の隣のイメージコンポジタ1900（自分より表示装置2000に遠い側のイメージコンポジタ1900）から転送されて来る画素とを、1画素毎に合成する。

【0044】ただし、最初に処理を行う、表示装置2000から一番遠くに設置されているイメージコンポジタ1900は、隣のイメージコンポジタ1900からの画

素入力無しで合成を行うものとする。イメージコンポジタ1900におけるイメージの合成方法は、コマンド分配プロセッサ1500によりイメージコンポジタ制御線1700を介して設定される。

【0045】最後のイメージコンポジタとなる、表示装置2000に一番近く設置されたイメージコンポジタ1900が合成した最終イメージは、表示装置2000に転送され表示される。

【0046】本実施形態では、専用のコマンド分配プロセッサ1500とローカルメモリ1300とによりコマンド分配の処理を行っているが、コマンド分配プロセッサ1500の機能をCPU1000、ローカルメモリ1300の機能をメインメモリ1100により実行する構成としてももちろん構わない。

【0047】次に、コマンド分配プロセッサ1500がどの描画機構1800に転送するのかを決めるために参照する、コマンド分配参照テーブル1400の構成を図2を用いて説明する。

【0048】コマンド分配参照テーブル1400は、テクスチャ管理テーブル1410と、描画機構管理テーブル1420と、状態テーブル1430とから構成される。テクスチャ管理テーブル1410は、テクスチャID1411、使用頻度1412、格納場所数1413、格納場所1414、容量1415から成り、テクスチャのID、そのテクスチャのID毎のテクスチャの使用頻度、テクスチャの格納場所数、テクスチャの格納場所、テクスチャの容量を示すデータをそれぞれ保存する。

【0049】テクスチャIDが宣言された時に各情報をセットする描画機構管理テーブル1420は、描画機構ID1421、テクスチャメモリ空き容量1422、格納テクスチャID1423、オブジェクト処理数1424から成り、描画機構のID毎に各描画機構のテクスチャメモリの空き容量、各描画機構の保有するテクスチャのID、各描画機構のオブジェクトコマンドの処理数を示すデータを保存する。

【0050】状態テーブル1430は、現在使用するテクスチャを示すカレント指定テクスチャID1431、現在のオブジェクトコマンドの分配方法示す分配モードフラグ1432、現在オブジェクトコマンドを転送している描画機構の番号を示す描画機構カウンタ(g)1433、前の1フレームで全描画機構が処理したオブジェクトコマンドの総数を示す前フレームオブジェクト総処理数1434、オブジェクトコマンドの転送先を示すオブジェクト転送先描画機構ID1435から成る。

【0051】なお、本システムでは初期化処理の一処理として、最初に一度だけテクスチャ管理テーブル1410、描画機構管理テーブル1420、状態テーブル1430が初期化される。例えば、描画機構カウンタgの値は0となる。

【0052】次に、図1のコマンド分配プロセッサ15

00を図3～図25を参照してより詳しく説明する。コマンド分配プロセッサ1500の処理フローを図3に示す。

【0053】コマンド分配プロセッサ1500では、グラフィックスコマンドをコマンド判定(ステップ3000)し、オブジェクトコマンド、グラフィックス属性コマンド、制御コマンドのいずれであるかを判別する。ステップ3000での判別結果に応じて、オブジェクトコマンドの場合にはオブジェクトコマンド処理(ステップ3100)が実行され、グラフィックス属性コマンドの場合はグラフィックス属性コマンド処理(ステップ3200)が実行され、制御コマンドの場合は制御コマンド処理(ステップ3300)が実行される。

【0054】最初、オブジェクトコマンド処理(図3のステップ3100)を図4～図9を用いて説明する。次に、グラフィックス属性コマンド処理(図3のステップ3200)を図10により説明する。最後に、制御コマンド処理(図3のステップ3300)を図11～図25を用いて説明する。

【0055】1. オブジェクトコマンド処理(ステップ3100)

オブジェクトコマンド処理での処理フローを図4に示す。本処理で参照する主なパラメータは、図2のコマンド分配参照テーブル1400に示されている。

【0056】最初、オブジェクトコマンドが、ここで対象となっているオブジェクトを構成する最初のコマンドかどうか調べる(ステップ3109)。オブジェクトを構成する最初のコマンドの場合は、オブジェクトコマンド転送先選択処理(ステップ3110)を実行し、オブジェクトコマンドをどの描画機構に転送するか選択し、選択した描画機構のIDを状態テーブル1430のオブジェクト転送先描画機構ID1435に格納する。

【0057】次に、状態テーブル1430のオブジェクト転送先描画機構ID1435が示す描画機構にオブジェクトコマンドを転送する(ステップ3120)。最後に、コマンド分配参照テーブル1400の更新を行う(ステップ3130)。コマンド分配参照テーブル1430の更新を行う際、初めに、使用したテクスチャを状態テーブル1430のカレント指定テクスチャID1431より調べ、使用したテクスチャに関するテクスチャ管理テーブル1410中の使用頻度1412をインクリメントする。ただし、カレント指定テクスチャID1431にテクスチャIDが保存されていない時は何もしない。次に、オブジェクトコマンドを転送した描画機構を状態テーブル1430のオブジェクト転送先描画機構ID1435より調べ、転送した描画機構に関する描画機構管理テーブル1420のオブジェクト処理数1424をインクリメントする。

【0058】1.1 オブジェクトコマンド転送先選択(ステップ3110)

オブジェクトコマンドの転送先を決定するオブジェクトコマンド転送先選択処理を図5～図8を参照し説明する。オブジェクトコマンド転送先選択の全体処理フローを図5に示す。

【0059】最初、分配モード判別処理（ステップ3111）において、状態テーブル1430の分配モードフラグ1432を参照し、現在の分配モードを判別する。次に、現在の分配モードに応じて、テクスチャID分配モード（ステップ3112）、順序管理分配モード（ステップ3113）、特殊効果分配モード（ステップ3114）、単純分配モード（ステップ3115）の何れかの処理を行う。本実施形態では、分配モードはユーザによって設定されるか、あるいは、デフォルトで定まっているものとする。

【0060】テクスチャID分配モード（ステップ3112）では、使用するテクスチャのIDに基づきオブジェクトコマンドの転送先を決定する。順序管理分配モード（ステップ3113）では、コマンド分配プロセッサ1500がオブジェクトコマンドを受け付けた順番にイメージコンポジタ1900がイメージ合成を実行するようにオブジェクトコマンドの転送先を決定する。特殊効果分配モード（ステップ3114）では、オブジェクトコマンドの転送先を全描画機構とし、各描画機構が個々に1フレームのイメージを生成するようしている。ただし、各描画機構の標本点が異なるため、各描画機構が生成した1フレームのイメージは、同じ位置の画素同士でも多少輝度値が異なるようになっている。ここでの標本点とは、画素の輝度値を表す代表点のことである。単純分配モード（ステップ3115）では、オブジェクトコマンドがラウンドロビンで順番に各描画機構へ転送されるように、オブジェクトコマンドの転送先を決定する。

【0061】1.1.1 テクスチャID分配モード（ステップ3112）

テクスチャID分配モードの処理フローを図6に示す。まず、状態テーブル1430のカレント指定テクスチャID1431にテクスチャIDが格納されているかチェックし（ステップ610）、テクスチャマッピングの必要があるかどうかを判別する。次に、状態テーブル1430のカレント指定テクスチャID1431にテクスチャIDが格納されているかどうかに応じて以下の処理を行い、オブジェクトコマンドの転送先を決定する。

【0062】(1) カレント指定テクスチャID1431にテクスチャIDが格納されていると判断された場合（ステップ611）：カレント指定テクスチャID1431が示すテクスチャを保存している描画機構をテクスチャ管理テーブル1410より調べる。次に、カレント指定テクスチャID1431が示すテクスチャを保存している描画機構の中でオブジェクト処理数1424が最小の描画機構を、描画機構管理テーブル1420より調べる。最後に、カレント指定テクスチャID1431が示すテクス

チャを保存している描画機構の中でオブジェクト処理数1424が最小の描画機構のIDを、状態テーブル1430のオブジェクト転送先描画機構ID1435に格納する。

【0063】(2) カレント指定テクスチャID1431にテクスチャIDが格納されていないと判断された場合（ステップ612）：描画機構の中でオブジェクト処理数1424が最小の描画機構を描画機構管理テーブル1420より調べる。最後に、描画機構の中でオブジェクト処理数1424が最小の描画機構のIDを状態テーブル1430のオブジェクト転送先描画機構ID1435に格納する。

【0064】1.1.2 順序管理分配モード（ステップ3113）

順序管理分配モードの処理フローを図7に示す。順序管理分配モードでは、1台の描画機構にP個ずつオブジェクトコマンドが分配されるように転送先を決定し、決定した描画機構のIDを状態テーブル1430のオブジェクト転送先描画機構ID1435に格納する。

【0065】具体的には、ステップ710で、g番目の描画機構のオブジェクト処理数Cgが1台の描画機構に転送するオブジェクト数Pの値以上かどうかを判定する。ステップ710でYesの場合には、ステップ711で描画機構カウンタgの値が(N-1)以上かどうかを判定し、g < (N-1)である場合には、ステップ712で描画機構カウンタgの値をインクリメントし、ステップ713へ進む。ステップ710でNoの場合およびステップ711でYesの場合にもステップ713へ進み、g番目の描画機構のIDをオブジェクト転送先描画機構ID1435に格納する。なお、ここで描画機構カウンタgの範囲は、描画機構の全数をNとすると0 ≤ g ≤ (N-1)であり、g=0、g=(N-1)は、それぞれ最初と最後の描画機構を意味する。

【0066】ただし、最後の描画機構には、P個を越えてオブジェクトコマンドを転送するようになっている。以上のようにオブジェクトコマンドを各描画機構に転送することにより、コマンド分配プロセッサ1500がオブジェクトコマンドを受け付けた順番でイメージ生成をするよう、イメージコンポジタ1900がイメージ合成を実行できるようになる。これは上位の描画機構には、時間的に後に発生するコマンドは配られないためである。

【0067】1.1.3 特殊効果分配モード（ステップ3114）

特殊効果分配モードの処理フローを図8に示す。特殊効果分配モードでは、オブジェクトコマンドが全描画機構へ分配されるように全描画機構のIDを状態テーブル1430のオブジェクト転送先描画機構ID1435に格納する。このようにオブジェクトコマンドをすべての描画機構に転送することにより、各描画機構が個々に1フレー

ムのイメージを生成するようになる。ただし、各描画機構の標本点が異なるため、各描画機構が生成した1フレームのイメージは、同じ位置の画素同士でも多少輝度値が異なるようになっている。

【0068】1.1.4 単純分配モード（ステップ3115）

単純分配モードの処理フローを図9に示す。単純分配モードでは、オブジェクトコマンドがラウンドロビンで各描画機構へ転送されるように転送先を決定し、決定した描画機構のIDを状態テーブル1430のオブジェクト転送先描画機構ID1435に格納する。

【0069】具体的には、ステップ910で描画機構カウンタgが全描画機構数N以上かどうかを判定し、g < Nの場合にはステップ912へ進み、g番目の描画機構のIDをオブジェクト転送先描画機構ID1435に格納し、さらにステップ913でgの値をインクリメントする。また、ステップ910でYesの場合には、gを初期値0に再設定し、ステップ912へ進む。

【0070】2. グラフィックス属性コマンド処理（ステップ3200）

グラフィックス属性コマンド処理部の処理フローを図10に示す。グラフィックス属性コマンドは、各描画機構に必要なグラフィックスコマンドである。そのため、グラフィックス属性コマンド処理部は、グラフィックス属性コマンドを全描画機構に転送する。

【0071】3. 制御コマンド処理（ステップ3300）

制御コマンド処理を図11～図25を参照し説明する。制御コマンド処理での全体処理フローを図11に示す。まず、制御コマンド判別処理（ステップ3310）では、受け付けた制御コマンドが分配モード切替コマンド、フレーム切替コマンド、テクスチャ指定＆取消コマンド、テクスチャ保存＆削除コマンドのいずれであるかを判別する。次に、判別した制御コマンドの種類に応じて、モード切替コマンド処理（ステップ3320）、フレーム切替コマンド処理（ステップ3330）、テクスチャ指定＆取消コマンド処理（ステップ3340）、テクスチャ保存＆削除コマンド処理（ステップ3350）のいずれかの処理が行われる。各コマンド処理で参照するパラメータは、図2のコマンド分配参照テーブル1400に示されている。

【0072】3.1 分配モード切替コマンド処理（ステップ3320）

分配モード切替コマンド処理での処理フローを図12に示す。分配モード設定処理（ステップ4000）では、分配モード切替コマンドが指定する分配モードを状態テーブル1430の分配モードフラグ1432に格納する。

【0073】次に、描画機構管理テーブル1420のオブジェクト処理数1424の合計を求め、状態テーブル

1430の前フレームオブジェクト総処理数1434に格納する（ステップ4010）。

【0074】次に、イメージコンポジタ設定処理（ステップ4100）では、分配モードに応じてイメージコンポジタのイメージ合成法を設定する。描画機構設定処理（ステップ4200）では、分配モードに応じて、1画素の中の代表輝度値を指定する標本点を各描画機構に設定したり、各描画機構のZバッファをZ値の有効範囲外に設定した値（ β 値）でクリアしたりする。テクスチャ再配置処理（ステップ4300）では、分配モードに応じてテクスチャを各描画機構に再配置する。負荷分散制御処理（ステップ4400）では、上述した順序管理モードでの処理時に、1台の描画機構に分配するオブジェクトコマンド数Pを決定する。

【0075】最後に、コマンド分配参照テーブル初期設定処理（ステップ4500）では、テクスチャ管理テーブル1410、描画機構管理テーブル1420、状態テーブル1430を初期化する。

【0076】3.1.1 イメージコンポジタ設定処理（ステップ4100）

イメージコンポジタ設定処理フローを図13に示す。特殊効果分配モードの時、イメージコンポジタ設定処理では、イメージ合成法を、各画素の輝度値を全描画機構数Nで割った値で加算するよう設定する（ステップ4110）。

【0077】また、特殊効果分配モードから他の分配モードへの変更時、イメージコンポジタ設定処理4100では、イメージ合成法を、Z値を比較しZ値の小さい方の画素（手前にある画素）を上書きするように設定する（ステップ4120）。ただし、Z値が範囲外の値の画素は上書きしないように設定する。この理由は、何も描画されなかった画素とオブジェクトを描画した画素のZ値が同じ場合に、オブジェクトを描画した画素の上に何も描画されなかった画素が上書きされることを防ぐためである。何も描画されなかった画素のZ値は、前記描画機構設定処理4200で分配モード切替または1フレーム毎にZ値の有効範囲外の値 β でクリアされている。

【0078】本実施形態では、描画された画素かどうかを、Z値が有効範囲なら描画された画素、Z値が有効範囲外なら描画されていない画素というふうに、Zバッファを使って判別している。しかし、1画素毎にクリアビットを設けて、クリアビットがオフの時は描画された画素、クリアビットがオンの時は描画されていない画素というように、他の記憶手段を用いて判別してもよい。

【0079】3.1.2 描画機構設定処理（ステップ4200）

描画機構設定処理フローを図14に示す。分配モードがテクスチャID分配モード、順序管理分配モード、単純分配モードの時に、描画機構設定処理4200では、各描画機構のZバッファをZ値の有効範囲外の β 値でクリア

配モード切替時、またはフレーム切替時に実行される。コマンド分配参照テーブル初期設定処理では、テクスチャ管理テーブル1410の使用頻度1412を全て0にし、描画機構管理テーブル1420のオブジェクト処理数1424を0にし、状態テーブル1430の描画機構カウンタ1433を0にする(ステップ4510)。

【0094】3.2 フレーム切替コマンド処理(図1のステップ3330)

フレーム切替コマンド処理フローを図20に示す。なお、本図において、上記図12のフローでのステップと同じ処理については、同じ番号を付しその説明を省略する。

【0095】フレーム切替コマンド処理では、描画機構管理テーブル1420のオブジェクト処理数1424の合計を求め、状態テーブル1430の前フレームオブジェクト総処理数1434に格納する(ステップ4010)。次に、上述した描画機構設定処理(ステップ4200)を行う。次に、テクスチャID分配モードの時、テクスチャ修正配置処理(ステップ4210)を実行する。このテクスチャ修正配置処理は、各描画機構の負荷分散を良くするために、1フレーム毎に使用頻度の高いテクスチャを複数の描画機構で保存するようとする。次に、順序管理分配モードの時、上述した負荷分散制御処理(ステップ4400)を行う。次に、上述したコマンド分配参照テーブル初期設定処理(ステップ4500)を行う。最後に、フレーム切替コマンドを全描画機構へ転送する(ステップ4510)。

【0096】3.2.1 テクスチャ修正配置処理(ステップ4210)

テクスチャ修正配置処理フローを図21に示す。テクス

【0100】

$$C_{i'} = C_{i'} - (A_{k'} / (B_{k'} (B_{k'} + 1))) \quad \dots \quad (数3)$$

【数4】

$$C_{j'} = C_{j'} + (A_{k'} / (B_{k'} (B_{k'} - 1))) \quad \dots \quad (数4)$$

す。

ここで、 $A_{k'}$ ：コピーしたテクスチャの使用頻度

$B_{k'}$ ：コピーしたテクスチャの格納場所数

である。

【0101】最後に、ステップ4630では、格納したテクスチャIDに関するテクスチャ管理テーブル1410の格納場所数1413をインクリメントし、テクスチャをコピーした描画機構のIDを格納場所1414に登録すると共に、テクスチャをコピーした描画機構に関する描画機構管理テーブル1420の格納テクスチャID1423に格納したテクスチャIDを追加する。

【0102】以上の処理は、オブジェクト処理数1424の最大値と最小値の差が許容値Dよりも小さくなるか、テクスチャをコピーできる描画機構がなくなるまで繰り返される。

【0103】3.3 テクスチャ指定&取消コマンド処理(図11のステップ3340)

テクスチャ指定&取消コマンド処理フローを図23に示

チャ修正配置処理では、描画機構管理テーブル1420のオブジェクト処理数1424の最大値と最小値を取得し(ステップ4601)、それらの差が許容値Dよりも小さいかをチェックし(ステップ4602)、Yesの場合には以下の処理を実行せず、本処理を終了する。

【0097】ステップ4602でNoの場合には、ステップ4603、4604、4606を実行することで、オブジェクト処理数1424が最大の描画機構が保存するテクスチャの中で、テクスチャ管理テーブル1410の使用頻度1412をその格納場所数1413で割算した値が最大のテクスチャを、該テクスチャを保存していない描画機構でかつ保存可能なメモリ領域のある描画機構の中でオブジェクト処理数1424が最小の描画機構にコピーして保存する。なお、格納可能な描画機構がない場合(ステップ4604でNo)、ステップ4605へ進み、上述したテクスチャ再配置処理(図12のステップ4300と同じ処理)を実行して本処理を終了する。

【0098】さらに、テクスチャ配置の修正毎に、図22のステップ4610、4620、4630に従い、テクスチャ管理テーブル1410と描画機構管理テーブル1420のパラメータを変更する。具体的には、ステップ4610、4620において、コピーしたテクチャを保存していた描画機構のオブジェクト処理数 $C_{i'}$ の変更、および、テクスチャをコピーした描画機構のオブジェクト処理数 $C_{j'}$ の変更を、それぞれ以下の数3、数4にしたがって行う。

【0099】

【数3】

$$C_{i'} = C_{i'} - (A_{k'} / (B_{k'} (B_{k'} + 1))) \quad \dots \quad (数3)$$

【数4】

$$C_{j'} = C_{j'} + (A_{k'} / (B_{k'} (B_{k'} - 1))) \quad \dots \quad (数4)$$

す。

【0104】3.3.1 テクスチャ指定コマンドの場合テクスチャ指定コマンド処理では、図23(a)が示すように、状態テーブル1430のカレント指定テクスチャID1431にテクスチャ指定コマンドが指定するテクスチャIDを格納する(ステップ3341)。次に、テクスチャ指定コマンドの指定するテクスチャが保存されている描画機構へテクスチャ指定コマンドを転送する(ステップ3342)。

【0105】3.3.2 テクスチャ取消コマンドの場合テクスチャ取消コマンド処理では、図23(b)が示すように、カレント指定テクスチャID1431をクリアする(ステップ3343)。次に、テクスチャ取消コマンドを全描画機構へ転送する(ステップ3344)。

【0106】3.4 テクスチャ保存&削除コマンド処理(図11のステップ3350)

テクスチャ保存&削除コマンド処理フローを図24、図

25に示す。

【0107】3.4.1 テクスチャ保存コマンドの場合
テクスチャ保存&削除コマンド処理では、図24に示す
ように、最初にテクスチャID分配モードかどうかを判定
する（ステップ3351）。テクスチャID分配モードの
場合には、描画機構管理テーブル1420を参照し、テ
クスチャ保存コマンドが指定したテクスチャを保存可能
な描画機構の中でオブジェクト処理数1424が最小の
描画機構にテクスチャ保存コマンドを転送する（ステッ
プ3352）。次に、テクスチャデータを格納した描画
機構に関する描画機構管理テーブル1420のテクスチャ
メモリ空き容量1422と格納テクスチャID1423
とを更新し（ステップ3354）、さらに、格納したテ
クスチャのIDをテクスチャ管理テーブル1410のテク
スチャID1411に追加し、使用頻度1412、格納場
所数1413、格納場所1414、容量1415を指定
する。

【0108】一方、ステップ3351でテクスチャID分
配モード以外の分配モードであると判定された場合に
は、全描画機構にテクスチャ保存コマンドを転送する
(ステップ3353)。次に、上述したステップ335
4、3355を実行して、テクスチャ管理テーブル14
10と描画機構管理テーブル1420のパラメータを更
新する。

【0109】3.4.2 テクスチャ削除コマンドの場合
テクスチャ保存&削除コマンド処理では、図25に示す
ように、描画機構管理テーブル1420を参照し、テク
スチャ削除コマンドが指定するテクスチャを保存する、
すべての描画機構へテクスチャ削除コマンドを転送する
(ステップ4710)。次に、テクスチャを削除した描
画機構に関する描画機構管理テーブル1420のテク
スチャメモリ空き容量1422と格納テクスチャID142
3を更新し（ステップ4720）、さらに、削除したテ
クスチャのIDをテクスチャ管理テーブル1410のテク
スチャIDから削除する（ステップ4730）ことによ
り、テクスチャ管理テーブル1410と描画機構管理テ
ーブル1420のパラメータを更新する。

【0110】次に、本発明を適用したグラフィックスシ
ステムの第2の実施形態について、図26を参照して説
明する。本実施形態のシステムは、上記実施形態におい
て、図12のテクスチャID分配モードの場合のテクスチ
ヤ再配置処理（ステップ4300）を変更したものであ
って、それ以外は、上記第1の実施形態と全く同じ構成
を有している。図26は、本実施形態に係るテクスチャ
ID分配モードの場合のテクスチャ再配置処理での処理フ
ローである。

【0111】本実施形態でのテクスチャ再配置処理で
は、最初に本処理で利用する描画機構を特定するための
変数iを0に設定し（ステップ5001）、テクスチャ
データを全部分配したかを判定する（ステップ500

2）。分配が終了していない場合には、使用頻度の低い
順にテクスチャデータをi番目の描画機構へ分配し（ス
テップ5003）、変数iをインクリメントする（ス
テップ5004）。次に、iの値が描画機構の数N以上か
を判定（ステップ5005）し、Nより小さい場合（0
 $\leq i \leq (N-1)$ の場合）にはステップ5002へ戻
り、N以上の場合にはステップ5006へ進む。なお、
i=0は最初の描画機構に対応し、i=N-1は最後の
描画機構に対応する。

【0112】ステップ5006～5010では、上述した
ステップと同様に、最初に変数iを0に再設定し（ス
テップ5006）、テクスチャデータを全部分配したか
を判定する（ステップ5007）。分配が終了してい
ない場合には、使用頻度の高い順にテクスチャデータをi
番目の描画機構へ分配し（ステップ5008）、変数i
をインクリメントする（ステップ5009）。次に、i
の値が描画機構の数N以上かを判定し（ステップ501
0）、Nより小さい場合にはステップ5007へ戻り、
N以上の場合にはステップ5001へ戻る。

【0113】ステップ5002、5007でテクスチャ
データを全部分配したと判断された場合には、描画機構
管理テーブル1420のテクスチャメモリ空き容量14
22、格納テクスチャID1423のデータを更新し（ス
テップ5011）、テクスチャ管理テーブル1410の
格納場所数1413、格納場所1414のデータを更新
する。

【0114】以上の処理によれば、テクスチャ管理テ
ーブル1410を参照しつつ、テクスチャの使用頻度の低
い方からテクスチャを各描画機構に保存すると共に、テ
クスチャの使用頻度が高い方から先のテクスチャを保存
した順番に各描画機構に保存することができる。このた
め、各描画機構が保存するテクスチャの使用頻度を平均
化でき、各描画機構間のオブジェクトコマンドの処理数
のばらつきをある程度抑えることができる。

【0115】次に、本発明を適用したグラフィックスシ
ステムの第3の実施形態を図27～35を参照して説明
する。

【0116】本実施形態でのグラフィックスシステム
は、図27に示すように、クライアントマシン6000
と、複数のサーバマシン6100、6200、…、63
00と、これらマシン間を接続するイーサネット640
0とを備える。なお、本実施形態では、各サーバマシン
が上述した描画機構として機能する。

【0117】クライアントマシン6000は、イーサネ
ット6400を介してサーバマシン（描画機構）610
0、6200、…、6300とデータの送受信を行う。
クライアントマシン6000は、イメージの生成に関す
るデータ処理を行う情報処理装置と生成されたイメージ
を表示する表示装置とを備える。クライエントマシン6
000の情報処理装置は、グラフィックスアプリケーシ

ョンを実行し、グラフィックスコマンドを、例えば上述した実施形態で述べた各分配方法に従って、サーバマシン（描画機構）6100、6200、…、6300の1台または複数台に転送する。

【0118】さらに、クライアントマシン6000は、フレーム切替コマンドの発行後、各サーバマシン（描画機構）6100、6200、…、6300で生成された画像をサーバマシン（描画機構）6100、6200、…、6300の順番に取得し1画素ずつ画素合成するためのイメージ合成機能を備えている。サーバマシン（描画機構）6300の画像を画素合成した最終画像は、クライアントマシン6000へ送られ、その表示装置に表示される。

【0119】なお、本実施形態では、サーバマシン（描画機構）6100、6200、…、6300の順番に画像を取得し1画素ずつ画素合成するものとしているが、この合成する順番を動的に変える構成としても良い。

【0120】また、本実施形態では、クライアントマシン6000と各サーバマシン（描画機構）6100、6200、…、6300は、イーサネット6400を介してデータの送受信を行っているが、専用の高速回線、または無線を使ってデータの送受信を行ってもよい。

【0121】各サーバマシン（描画機構）6100、6200、…、6300は、グラフィックスコマンドを受信すると、グラフィックスコマンドを画素展開しながらテクスチャを適時参照し、サーバマシン（描画機構）6100、6200、…、6300の個々のフレームメモリ（図示していない）に保存する。本実施形態では、サーバマシン（描画機構）6100、6200、…、6300の処理性能は、各々異なっているものとしているが、もちろん同じでもよい。また、本実施形態では、処理性能として、各サーバマシン（描画機構）6100、6200、…、6300の1秒間当たりのポリゴン処理数を使用しているが、各描画機構間で統一した処理性能を示す別の指標を用いてもよい。

【0122】本実施形態の処理内容は、上述した第1の実施形態とほとんど同じであるが、図2のコマンド分配参照テーブル、図6のテクスチャID分配モード、図7の順序管理分配モード、図9の単純分配モード、図15、16のテクスチャID分配モード時のテクスチャ再配置処理、図18の負荷分散制御処理、図21のテクスチャ修正配置処理が異なっている。以下では、これら異なる部分について説明し、それ以外の同じ部分については説明を省略する。

【0123】最初、図2のコマンド分配参照テーブルに対応する、本実施形態でのコマンド分配参照テーブルについて図28を用いて説明する。本実施形態においては、描画機構管理テーブル1420に、各描画機構の処理性能を保存するため、処理性能1425を追加する。この処理性能1425は、テクスチャID分配モード31

12、順序管理分配モード3113、単純分配モード3115、テクスチャ再配置処理4300、テクスチャ修正配置処理4600の処理中に参照される。

【0124】テクスチャID分配モードの処理について図29を用いて説明する。なお、本処理で参照するパラメータは、図28のコマンド分配参照テーブル1400に示してある。

【0125】本実施形態での処理と上述した第1の実施形態の処理との違いは、オブジェクトコマンドの転送先を決定する時に、上記第1の実施形態では各描画機構のオブジェクト処理数1424を参照したのに対し、本実施形態では（オブジェクト処理数1424／処理性能1425）の値を参照することにある。

【0126】すなわち、本実施形態でのテクスチャ分配モードにおける処理では、最初にカレント指定テクスチャID1431にテクスチャIDがセットされているかを判定する（ステップ5010）。テクスチャマッピングが行われる場合（ステップ5010でYes）には、カレント指定テクスチャID1431が示すテクスチャを保存している描画機構（サーバマシン）の中で、（オブジェクト処理数1424／処理性能1425）の値が最小の描画機構のIDをオブジェクト転送先描画機構ID1435に格納する（ステップ5011）。テクスチャマッピングが行われない場合（ステップ5010でNo）には、全描画機構の中で（オブジェクト処理数1424／処理性能1425）の値が最小の描画機構のIDをオブジェクト転送先描画機構ID1435に格納する。

【0127】本処理によれば、各描画機構の処理性能が異なる場合でも、負荷分散良くオブジェクトコマンドを各描画機構へ分配することができる。

【0128】次に、順序管理分配モードの処理について図30を用いて説明する。なお、本処理で参照するパラメータは、図28のコマンド分配参照テーブル1400に示してある。順序管理分配モードでは、オブジェクトコマンドを転送する描画機構毎に、転送するオブジェクトコマンド数Pを、後述する負荷分散制御処理（図31参照）により決定する。

【0129】具体的には、順序管理分配モードの処理では、最初、g番目の描画機構のオブジェクト処理数Cgが、1台の描画機構へ転送するオブジェクト処理数P以上を判定し（ステップ5020）、Cg < Pと判定された場合には、g番目の描画機構のIDを状態テーブル1430のオブジェクト転送先描画機構ID1435に格納する（ステップ5024）。ステップ5020で、Cg ≥ Pと判定された場合には、ステップ5021へ進み、描画機構カウンタgが（N-1）以上かが判定される。ここでg=N-1は最後の描画機構に相当する。g < N-1の場合には、ステップ5022でgをインクリメントして、ステップ5023で負荷分散制御処理を行い、ステップ5024へ進む。

【0130】本処理では、後述する負荷分散制御処理（ステップ5023）で決定したP個単位で、各描画機構の画像合成順に従い、オブジェクトコマンドを各描画機構へ転送するが、最後の描画機構にはP個を越えても、当該フレームが終了するまでオブジェクトコマンドを転送し続ける。このため、最後の描画機構は、処理性能が高いものが望ましい。また、本実施形態では、描画カウンタ1433がインクリメントされたタイミングでPを決定しているが、分配モード切替やフレーム切替等の他のタイミングで、全描画機構に対するPを決定し、新たなテーブルを設けて全描画機構に対するPを保存しておいてもよい。

【0131】図30の負荷分散制御処理（ステップ5023）について図31を参照して説明する。

$$R < Q \text{ の場合 } P = Q$$

$$R \geq Q \text{ の場合 } P = R$$

$$R = M \cdot (Dg / (D_0 + D_1 + \dots + D_N)) \dots \text{ (数5)}$$

ここで、P : 1台の描画機構へ転送するオブジェクト数

Q : 1台の描画機構へ転送する最小のオブジェクト数

M : 前フレーム中に処理されたオブジェクト数

Dg : 現在オブジェクトコマンドを転送する描画機構の処理性能

D₀～D_N : 各描画機構の処理性能

である。

【0134】本実施形態における単純分配モードの処理について図32を用いて説明する。なお、本処理で参照するパラメータは、図28のコマンド分配参照テーブル1400に示してある。上述した第1の実施形態の単純分配モードでは、各描画機構へ順番にオブジェクトコマンドを送っていたが、本実施形態の処理5030では、各描画機構の（オブジェクト処理数1424／処理性能1425）の値が最小の描画機構へオブジェクトコマンドを転送する。これにより、各描画機構の処理性能に応じてオブジェクトコマンドを分配できる。

【0135】本実施形態におけるテクスチャID分配モードの場合のテクスチャ再配置処理について図33を用いて説明する。なお、本処理で参照するパラメータは、図28のコマンド分配参照テーブル1400に示してある。

【0136】テクスチャ再配置処理では、最初に描画機構管理テーブル1420のテクスチャメモリ空き容量1422、格納テクスチャID1423、オブジェクト処理数1424をクリアし（ステップ7010）、次にテクスチャを全部分配したかを判定（ステップ7011）する。分配が終了していない場合（ステップ7011でNO）には、使用頻度の高い順にテクスチャを取りだし（ステップ7012）、取り出したテクスチャを保存可能で、かつ、（オブジェクト処理数1424／処理性能1425）の値が最小の描画機構の中で最大の処理性能

【0132】本実施形態の負荷分散制御処理では、図31のステップ6400に示すように、全描画機構の処理性能に対して、オブジェクトコマンドを転送しようとしている描画機構の処理性能がどれくらいなのかに応じてPが決定される（数5参照）。また、決定されたPが1台の描画機構へ転送する最小のオブジェクト数、すなはち最小のオブジェクトコマンド数より小さいときには、Pを1台の描画機構へ転送する最小のオブジェクト数Qとする。具体的には、以下の数5に従い、各描画機構の処理性能に応じて、転送するオブジェクト数Pを決定できる。

【0133】

【数5】

$$R = M \cdot (Dg / (D_0 + D_1 + \dots + D_N)) \dots \text{ (数5)}$$

を有する描画機構に保存する（ステップ7013）。さらに、テクスチャを保存した描画機構のオブジェクト処理数を以下の数6に従い変更する（ステップ7014）。

【0137】

$$Ck = Ck + Ai \dots \text{ (数6)}$$

ここで、Ai : 保存したテクスチャの使用頻度

Ck : テクスチャを保存した描画機構のオブジェクト処理数

である。

【0138】さらに、本処理では、上述した処理に応じて、テクスチャを保存した描画機構に関する描画機構管理テーブル1420のデータを更新し（ステップ7015）、テクスチャ管理テーブル1410の格納場所数1413、格納場所1414のデータを更新する（ステップ7016）。以上の処理を保存すべきテクスチャを全て保存するまで繰り返す。

【0139】本処理によれば、処理性能に応じて、テクスチャを分散して各描画機構へ保存できる。本処理では、図示していないが、各描画機構へ保存できないテクスチャは、図27のクライアントマシン6000のメインメモリ、または、ハードディスクなどの記憶媒体に保存しておくものとする。また、各描画機構のテクスチャメモリ以外の記憶媒体に保存しておいてもよい。

【0140】本実施形態におけるテクスチャ修正配置処理について図34、35を用いて説明する。なお、本処理で参照するパラメータは、図28のコマンド分配参照テーブル1400に示してある。本処理は、基本的には上記第1の実施形態におけるテクスチャ修正配置処理（図21および図22）と同じであるが、上記第1の実施形態ではオブジェクト処理数を考慮していたのに対して、本処理では（オブジェクト処理数／処理性能）を考慮している。

【0141】すなわち、テクスチャ修正配置処理では、図34に示すように、描画機構管理テーブル1420のオブジェクト処理数1424／処理性能1425の値の最大値と最小値の差が許容値Dよりも大きい時に、以下の修正配置処理が実行される（ステップ7601、7602）。

【0142】この修正配置処理では、（オブジェクト処理数1424／処理性能1425）の値が最大の描画機構が保存するテクスチャの中でテクスチャ管理テーブル1410の（使用頻度1412／格納場所数1413）の値が最大のテクスチャを、該テクスチャを保存していない描画機構でかつ保存可能なメモリ領域がある描画機構の中で、（オブジェクト処理数1424／処理性能1425）の値が最小の描画機構に保存する（ステップ7603、7604、7607）。

【0143】さらに、テクスチャ配置の修正毎に、図35に示すように、ステップ7610、7620、7630に従い、テクスチャ管理テーブル1410と描画機構管理テーブル1420のパラメータを変更する。なお、これらステップ7610～7630の処理内容は、図22のステップ4610～4630と同じである。

【0144】以上の処理を（オブジェクト処理数1424／処理性能1425）の値の最大値と最小値の差が許容値Dよりも小さくなるか、テクスチャを保存できる描画機構がなくなるまで繰り返す。

【0145】また、（オブジェクト処理数1424／処理性能1425）の値の差が許容値Dよりも小さい場合（ステップ7602でYes）は、本処理を終了する。また、テクスチャを保存できる描画機構がない場合（ステップ7604でNo）は、上記図33に示したテクスチャ再配置処理（ステップ7605）を行った後、本処理を終了する。

【0146】以上、上記第1～第3の実施形態を用いて説明したように、本発明によるグラフィックスシステムによれば、例えば、次のような効果を奏すことができる。

【0147】（1）テクスチャに基づきオブジェクトコマンドを各描画機構へ分配することにより、各描画機構のテクスチャメモリを有效地に活用できる。

【0148】（2）前記（1）のテクスチャに基づく分配法において、例えば1フレーム毎に、各描画機構のオブジェクトコマンド処理数とテクスチャの使用頻度を考慮してテクスチャの再配置を行うことにより、各描画機構の負荷分散を良くすることができる。

【0149】（3）前記（1）のテクスチャに基づく分配法において、例えば1フレーム毎に、各描画機構のオブジェクトコマンド処理数、テクスチャの使用頻度、各描画機構の処理性能を考慮してテクスチャの再配置を行うことにより、各描画機構の負荷分散を良くすることができる。

【0150】（4）オブジェクトコマンドをP個単位で、各描画機構へ順番に転送し、最後の描画機構へはP個を越えても1フレームが終了するまで転送することにより、オブジェクトコマンドが発行された順番にイメージ合成を行うことができる。

【0151】（5）前記（4）の処理順序を保証する分配法において、コマンド分配参照テーブルに前フレームで各描画機構が処理したオブジェクトコマンド数の総数を記録し、その情報から例えば1フレーム毎に1台の描画機構へ転送するオブジェクトコマンド数Pを決定することにより、各描画機構の負荷分散を良くすることができる。

【0152】（6）前記（4）の処理順序を保証する分配法において、コマンド分配参照テーブルに前フレームで各描画機構が処理したオブジェクトコマンド数の総数と各描画機構の処理性能を記録し、その情報から各描画機構毎に転送するオブジェクトコマンド数Pを決定することにより、各描画機構の負荷分散を良くすることができる。

【0153】（7）コマンド分配参照テーブルに、現在のフレーム中に各描画機構が処理したオブジェクトコマンド数と各描画機構の処理性能を記録し、オブジェクト処理数／処理性能の値が最小の描画機構へオブジェクトコマンドを転送することにより、各描画機構の負荷分散を良くすることができる。

【0154】（8）各描画機構に標本点を設定し、各画素の輝度値を全描画機構の数で割った値を加算するようにイメージコンポジタの合成方法を設定し、全描画機構へオブジェクトコマンドを転送することにより、各描画機構にアンチエリヤシングをするための特別な手段を設けることなく、アンチエリヤシング等を容易に実現することができる。

【0155】（9）オブジェクトコマンドの分配法が複数ある時、オブジェクトコマンドの分配方法によらず、コマンド分配参照テーブルに各分配モードで必要な情報を記録することにより、各分配法に必要な情報をユーザが再設定することなしに分配法の切替を行うことができる。

【0156】

【発明の効果】本発明によれば、複数の描画機構と各描画機構で生成された画素を合成するイメージコンポジタとを備えるグラフィックスシステムにおいて、複数の描画機構をより効率的に動作させ、画質の向上あるいは処理能力の向上を図ることができるグラフィックスコマンド分配方法およびグラフィックスシステムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態におけるグラフィックスシステムの構成を示すブロック図。

【図2】第1の実施形態におけるコマンド分配参照テー

ブルを示す説明図。

【図3】第1の実施形態におけるコマンド分配プロセッサの処理を示すフローチャート。

【図4】第1の実施形態におけるオブジェクトコマンド処理を示すフローチャート。

【図5】第1の実施形態におけるオブジェクトコマンド転送先選択処理を示すフローチャート。

【図6】第1の実施形態におけるテクスチャID分配モードの処理を示すフローチャート。

【図7】第1の実施形態における順序管理分配モードの処理を示すフローチャート。

【図8】第1の実施形態における特殊効果分配モードの処理を示すフローチャート。

【図9】第1の実施形態における単純分配モードの処理を示すフローチャート。

【図10】第1の実施形態におけるグラフィックス属性コマンド処理を示すフローチャート。

【図11】第1の実施形態における制御コマンド処理を示すフローチャート。

【図12】第1の実施形態における分配モード切替コマンド処理を示すフローチャート。

【図13】図13(a)：第1の実施形態におけるイメージコンポジタ設定処理を示すフローチャート（特殊効果分配モードへの変更の場合）。

図13(b)：第1の実施形態におけるイメージコンポジタ設定処理を示すフローチャート（特殊効果分配モードから他の分配モードへの変更の場合）。

【図14】図14(a)：第1の実施形態における描画機構設定処理を示すフローチャート（テクスチャID分配モード、順序管理分配モード、単純分配モードの場合）。

図14(b)：第1の実施形態における描画機構設定処理を示すフローチャート（特殊効果分配モードの場合）。

【図15】第1の実施形態における、テクスチャID分配モードの場合のテクスチャ再配置処理を示すフローチャート（その1）。

【図16】第1の実施形態における、テクスチャID分配モードの場合のテクスチャ再配置処理を示すフローチャート（その2）。

【図17】第1の実施形態における、テクスチャID分配モードから他の分配モードへの変更の場合のテクスチャ再配置処理を示すフローチャート。

【図18】第1の実施形態における負荷分散制御処理を示すフローチャート。

【図19】第1の実施形態におけるコマンド分配参照テーブル初期設定処理を示すフローチャート。

【図20】第1の実施形態におけるフレーム切替コマンド処理を示すフローチャート。

【図21】第1の実施形態におけるテクスチャ修正配置

処理を示すフローチャート（その1）。

【図22】第1の実施形態におけるテクスチャ修正配置処理を示すフローチャート（その2）。

【図23】図23(a)：第1の実施形態におけるテクスチャ指定&取消コマンド処理を示すフローチャート（テクスチャ指定コマンドの場合）。

図23(b)：第1の実施形態におけるテクスチャ指定&取消コマンド処理を示すフローチャート（テクスチャ取消コマンドの場合）。

【図24】第1の実施形態におけるテクスチャ保存&削除コマンド処理を示すフローチャート（テクスチャ保存コマンドの場合）。

【図25】第1の実施形態におけるテクスチャ保存&削除コマンド処理を示すフローチャート（テクスチャ削除コマンドの場合）。

【図26】第2の実施形態におけるテクスチャ再配置処理を示すフローチャート。

【図27】第3の実施形態におけるグラフィックスシステムの構成を示す説明図。

【図28】第3の実施形態におけるコマンド分配参照テーブルを示す説明図。

【図29】第3の実施形態におけるテクスチャID分配モードの処理を示すフローチャート。

【図30】第3の実施形態における順序管理分配モードの処理を示すフローチャート。

【図31】第3の実施形態における負荷分散制御処理を示すフローチャート。

【図32】第3の実施形態における単純分配モードの処理を示すフローチャート。

【図33】第3の実施形態におけるテクスチャ再配置処理を示すフローチャート。

【図34】第3の実施形態におけるテクスチャ修正配置処理を示すフローチャート（その1）。

【図35】第3の実施形態におけるテクスチャ修正配置処理を示すフローチャート（その2）。

【符号の説明】

1000…CPU

1100…メインメモリ

1200…システムバス

1300…ローカルメモリ

1400…コマンド分配参照テーブル

1500…コマンド分配プロセッサ

1600…システムバス

1700…イメージコンポジタ制御線

1800…描画機構

1810…グラフィックスプロセッサ

1820…テクスチャメモリ

1830…フレームメモリ

1900…イメージコンポジタ

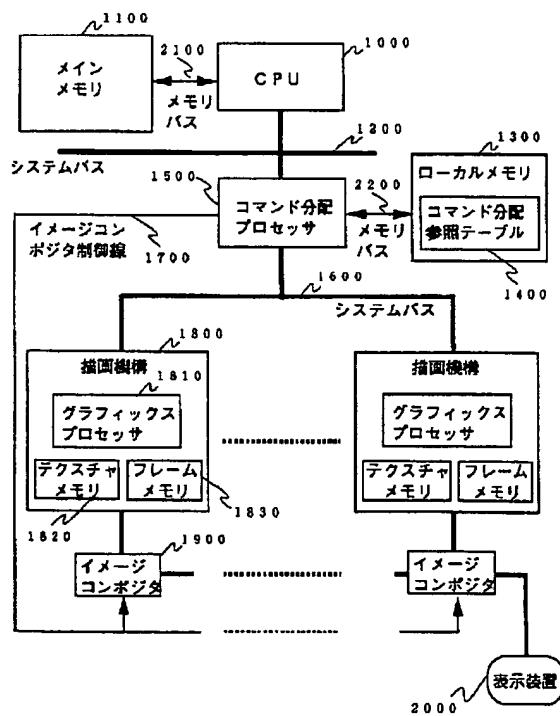
2000…表示装置

2100…メモリバス
 2200…メモリバス
 1410…テクスチャ管理テーブル
 1411…テクスチャID
 1412…使用頻度
 1413…格納場所数
 1414…格納場所
 1415…容量
 1420…描画機構管理テーブル
 1421…描画機構ID
 1422…テクスチャメモリ空き容量
 1423…格納テクスチャID
 1424…オブジェクト処理数
 1425…処理性能
 1430…状態テーブル
 1431…カレント指定テクスチャID
 1432…分配モードフラグ
 1433…描画機構カウンタ
 1434…前フレームオブジェクト総処理数
 1435…オブジェクト転送先描画機構ID
 3100…オブジェクトコマンド処理

3200…グラフィックス属性コマンド処理
 3300…制御コマンド処理
 3110…オブジェクトコマンド転送先選択処理
 3112…テクスチャID分配モード
 3113…順序管理分配モード
 3114…特殊効果分配モード
 3115…単純分配モード
 3320…分配モード切替コマンド処理
 3330…フレーム切替コマンド処理
 3340…テクスチャ指定&取消コマンド処理
 3350…テクスチャ保存&削除コマンド処理
 4100…イメージコンポジタ設定処理
 4200…描画機構設定処理
 4300…テクスチャ再配置処理
 4400…負荷分散制御処理
 4500…コマンド分配参照テーブル初期設定処理
 4600…テクスチャ修正配置処理
 6000…クライアントマシン
 6100…サーバマシン（描画機構）
 6200…サーバマシン（描画機構）。

【図1】

第1の実施形態におけるグラフィックスシステム構成図(図1)



【図2】

コマンド分配参照テーブル(図2)

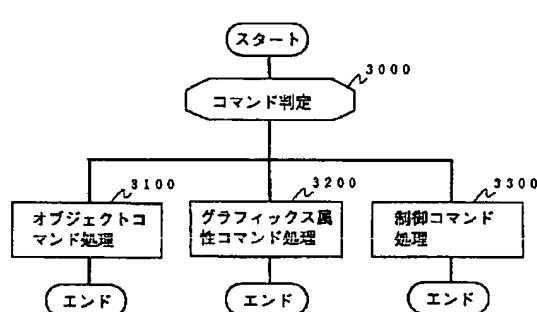
テクスチャ管理テーブル				
テクスチャID	使用頻度	格納場所数	格納場所	容量
T ₀	A ₀	B ₀	P ₀	K ₀ MB
T ₁	A ₁	B ₁	P ₁	K ₁ MB
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

描画機構管理テーブル			
描画機構ID	テクスチャメモリ空き容量	格納テクスチャID	オブジェクト処理数
P ₀	L ₀ MB	T ₀	C ₀
P ₁	L ₁ MB	T ₁	C ₁
⋮	⋮	⋮	⋮

状態テーブル				
カレント指定テクスチャID	分配モードフラグ	描画機構カウンタ(g)	前フレームオブジェクト総処理数	オブジェクト転送先描画機構ID
1431	1432	1433	1434	1435

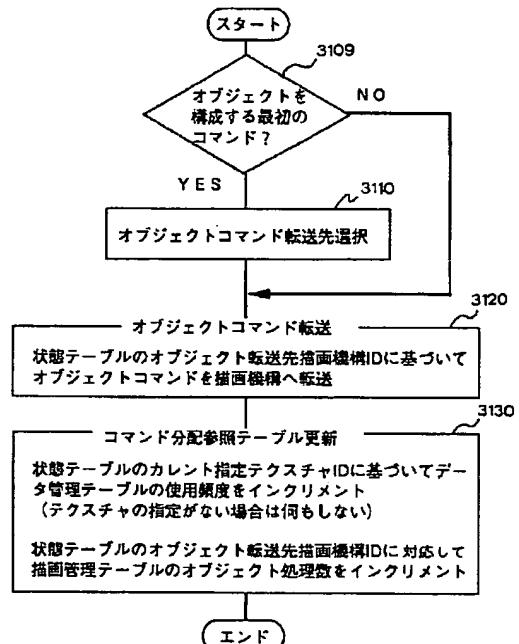
【図3】

コマンド分配プロセッサの処理フロー(図3)



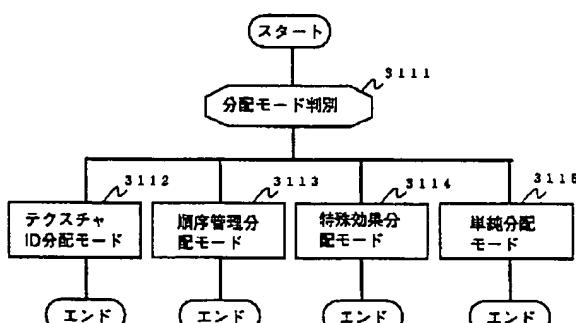
【図4】

オブジェクトコマンド処理フロー(図4)



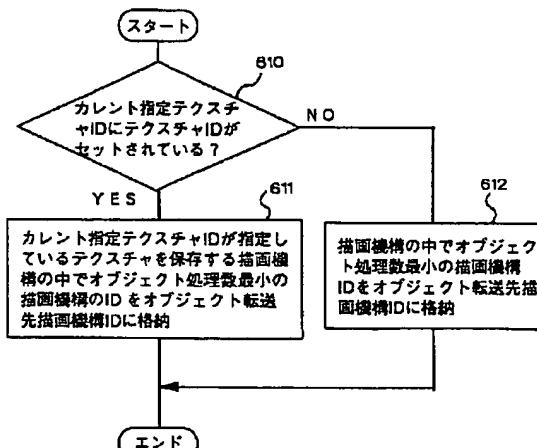
【図5】

オブジェクトコマンド転送先選択処理フロー(図5)



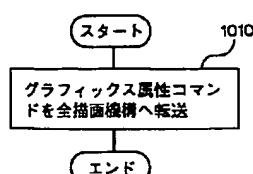
【図6】

テクスチャID分配モードの処理フロー(図6)



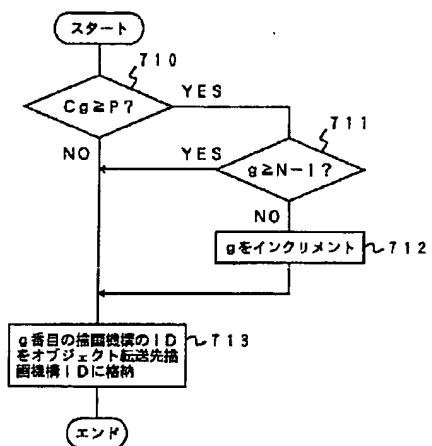
【図10】

グラフィックス属性コマンド処理フロー(図10)



【図7】

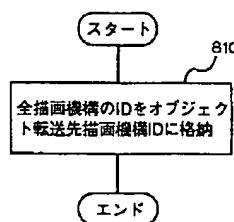
順序管理分配モードの処理フロー(図7)



g : 描画機構カウンタ
 Cg : g番目の描画機構のオブジェクト処理数
 P : 1台の描画機構に転送するオブジェクト数
 N : 全描画機構数

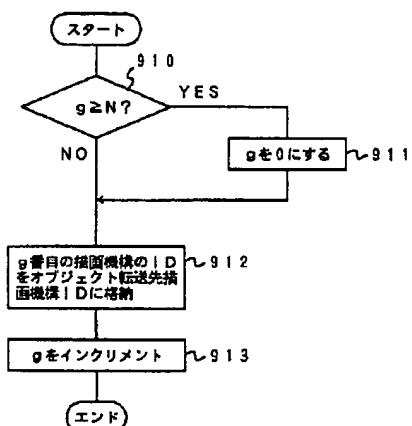
【図8】

特殊効果分配モードの処理フロー(図8)



【図9】

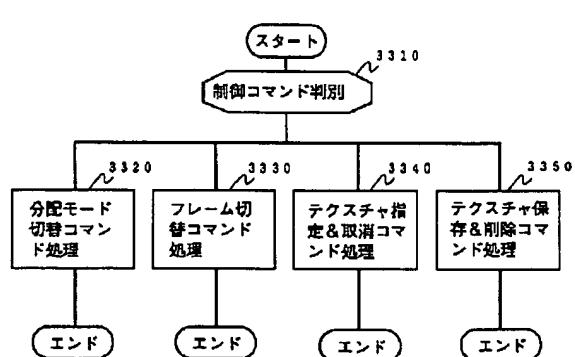
単純分配モードの処理フロー(図9)



g : 描画機構カウンタ
 N : 全描画機構数

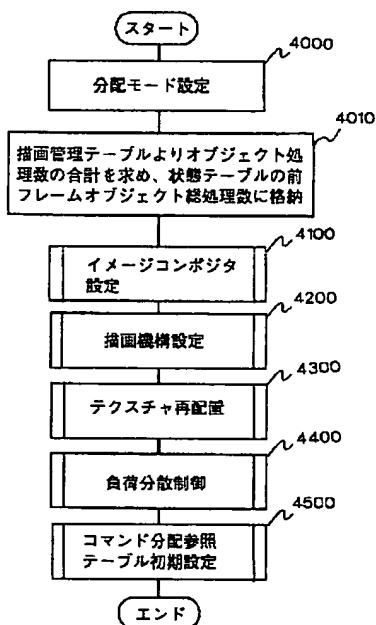
【図11】

制御コマンド処理フロー(図11)



【図12】

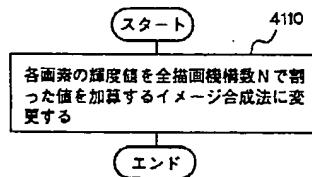
分配モード切替コマンド処理フロー(図12)



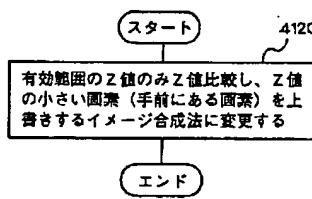
【図13】

イメージコンポジタ設定処理フロー(図13)

(a) 特殊効果分配モードへの変更の場合



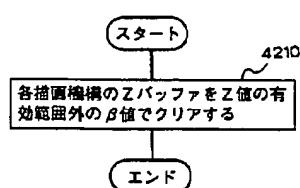
(b) 特殊効果分配モードから他の分配モードへの変更の場合



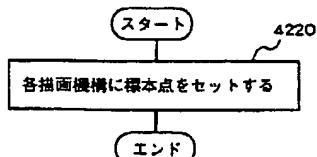
【図14】

描画機構設定処理フロー(図14)

(a) テクスチャID分配モード、順序管理分配モード 単純分配モードの場合



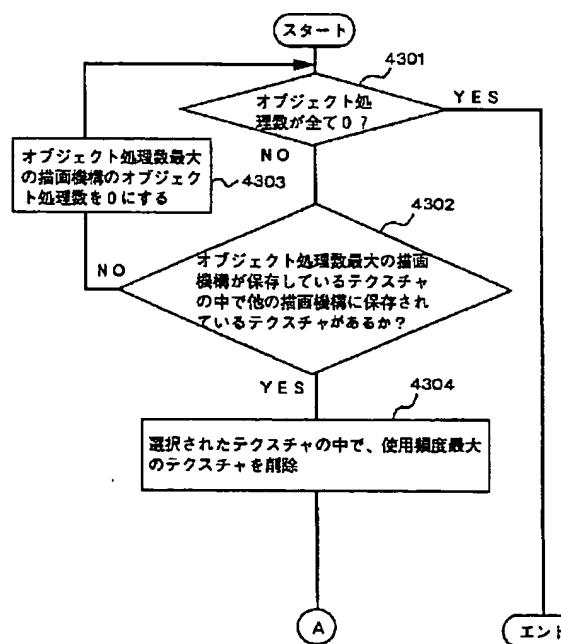
(b) 特殊効果分配モードの場合



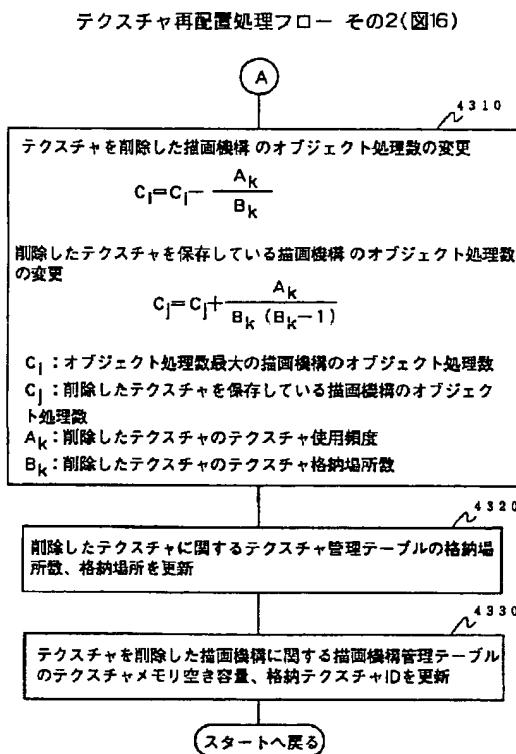
【図15】

テクスチャ再配置処理フロー その1(図15)

(a) テクスチャID分配モードの場合

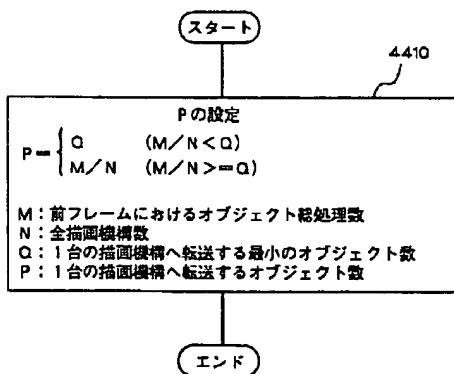


【図16】



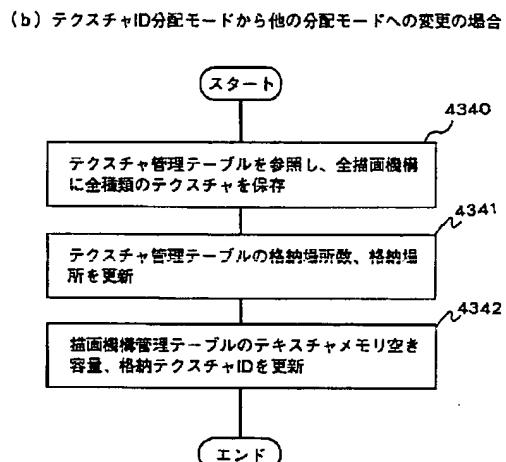
【図18】

負荷分散制御処理フロー(図18)



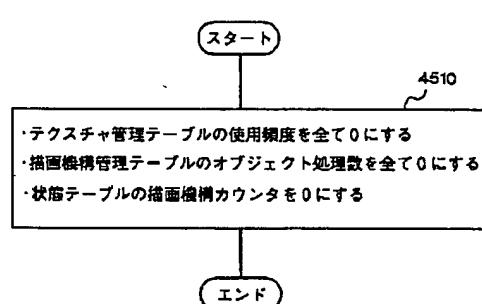
【図17】

テクスチャ再配置処理フロー(図17)



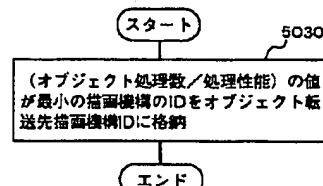
【図19】

コマンド分配参照テーブル初期設定処理フロー(図19)



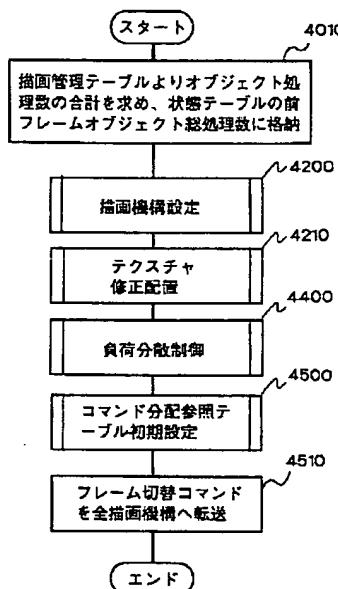
【図32】

第3の実施形態における単純分配モードの処理フロー(図32)



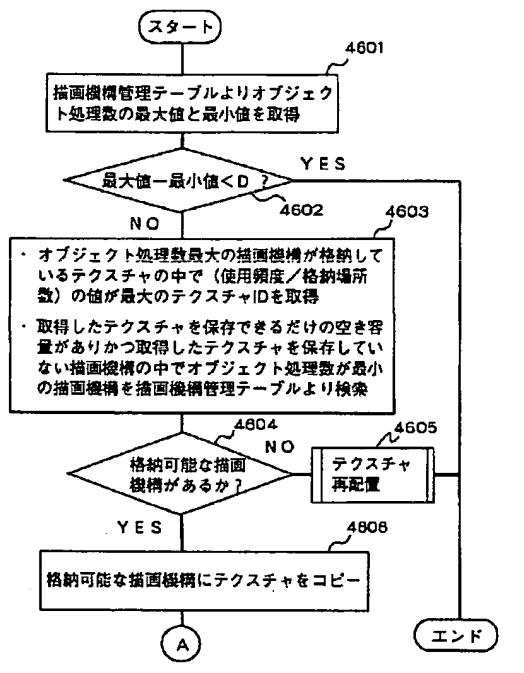
【図20】

フレーム切替コマンド処理フロー(図20)



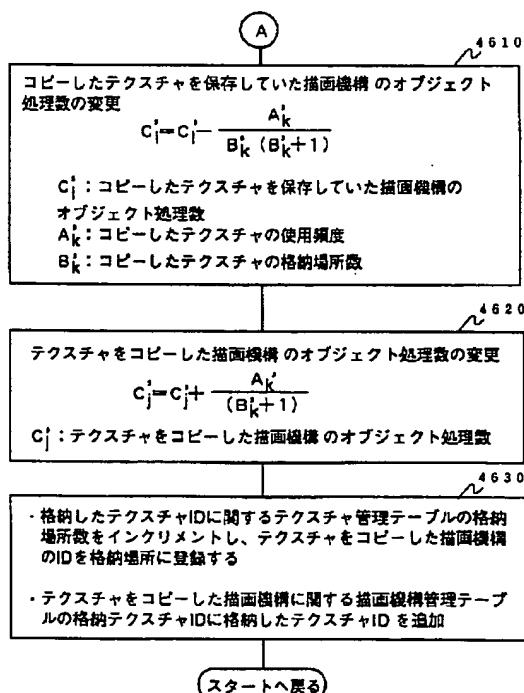
【図21】

テクスチャ修正配置処理フロー その1(図21)



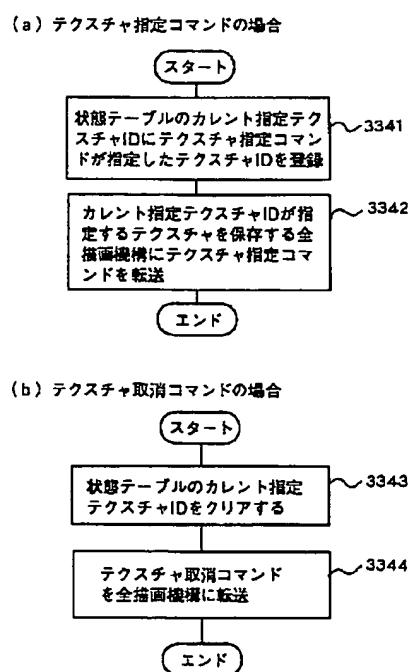
【図22】

テクスチャ修正配置処理フロー その2(図22)



【図23】

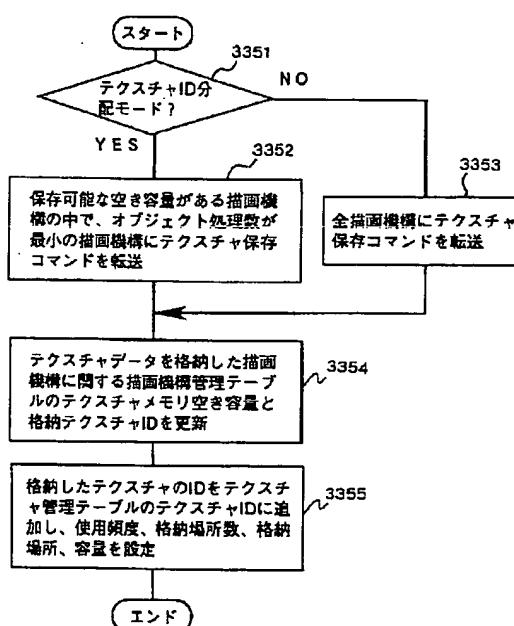
テクスチャ指定 & 取消コマンド処理フロー(図23)



【図24】

テクスチャ保存&削除コマンド処理フロー その1(図24)

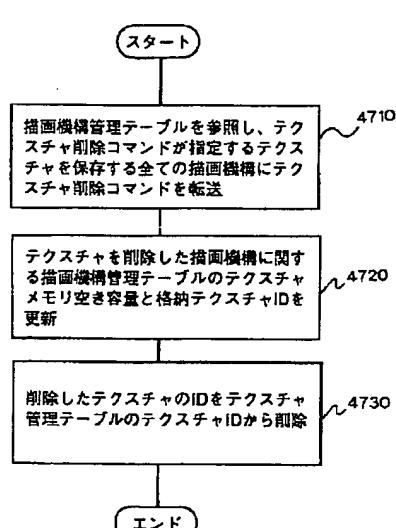
(a) テクスチャ保存コマンドの場合



【図25】

テクスチャ保存&削除コマンド処理フロー その2(図25)

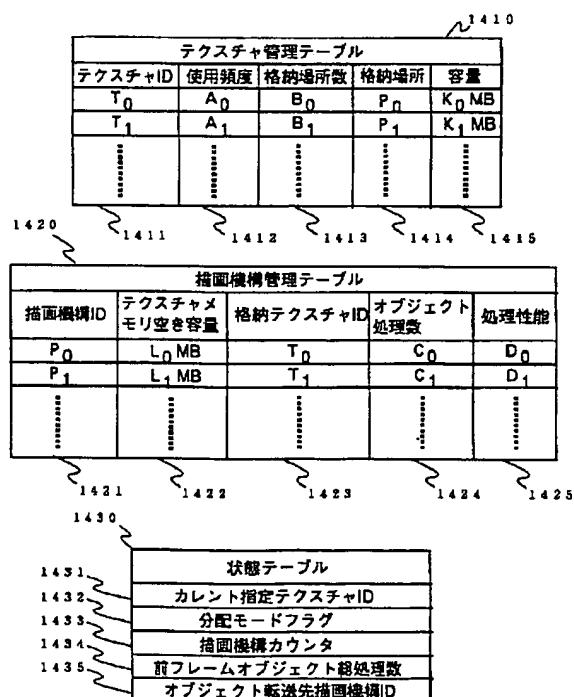
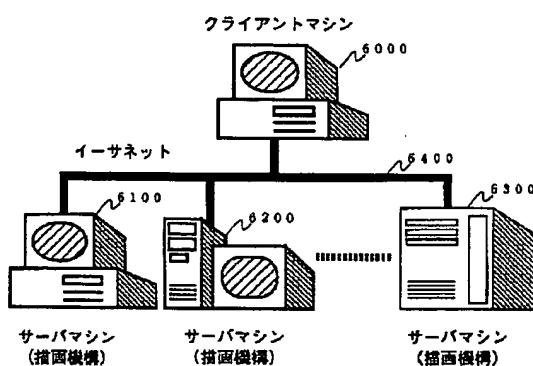
(b) テクスチャ削除コマンドの場合



【図28】

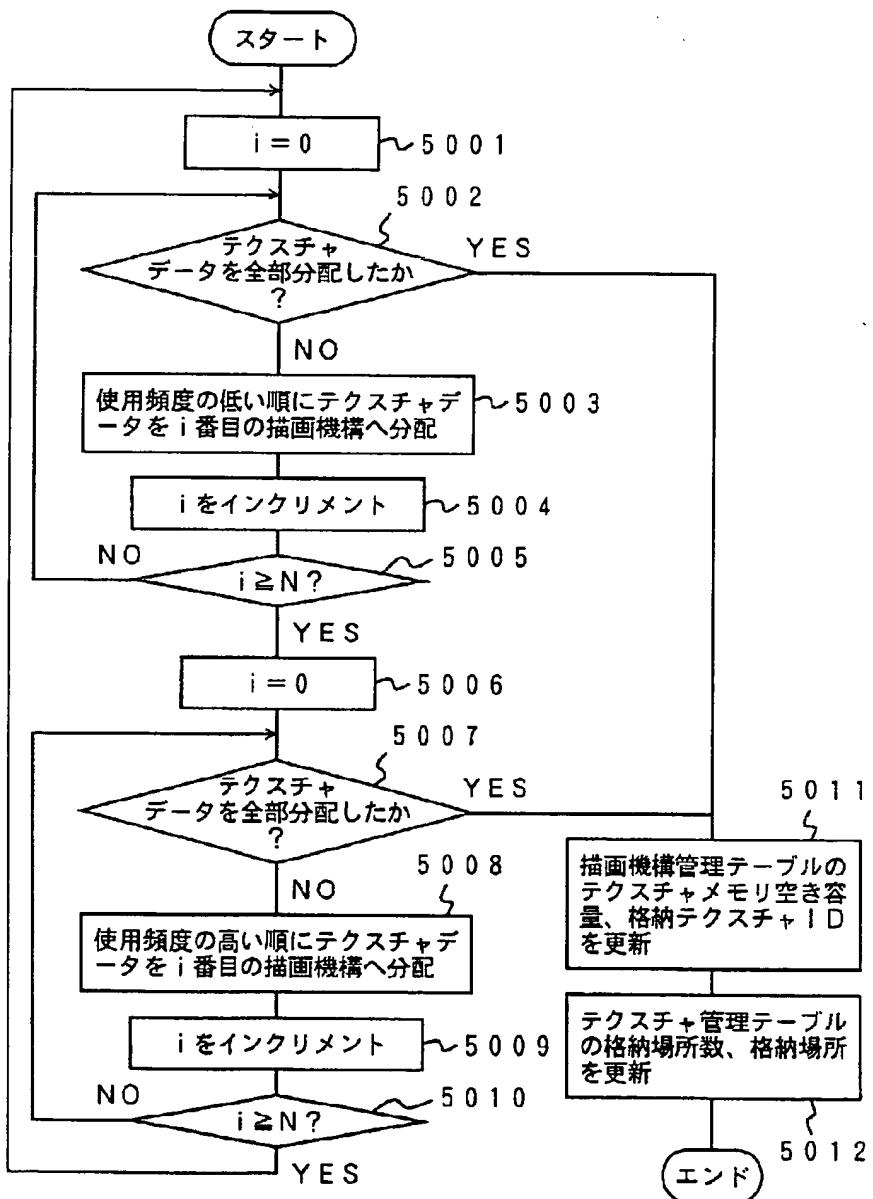
第3の実施形態におけるコマンド分配参照テーブル(図28)

【図27】

第3の実施形態における
グラフィックスシステム構成図(図27)

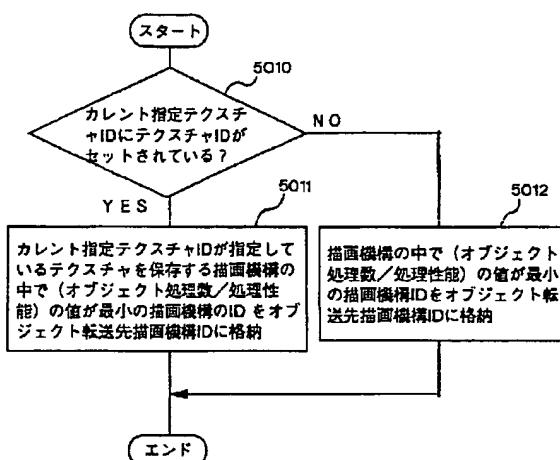
【図26】

第2の実施形態におけるテクスチャ再配置処理フロー(図26)



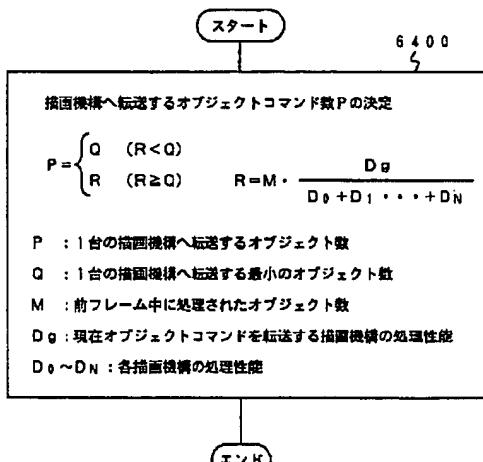
【図29】

第3の実施形態における
テクスチャID分配モードの処理フロー(図29)



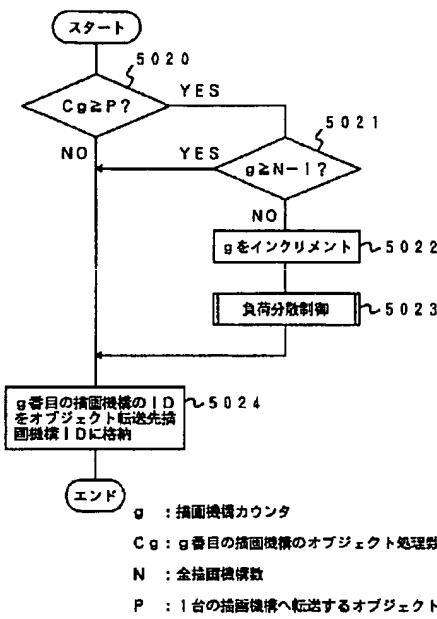
【図31】

第3の実施形態における負荷分散制御処理フロー(図31)



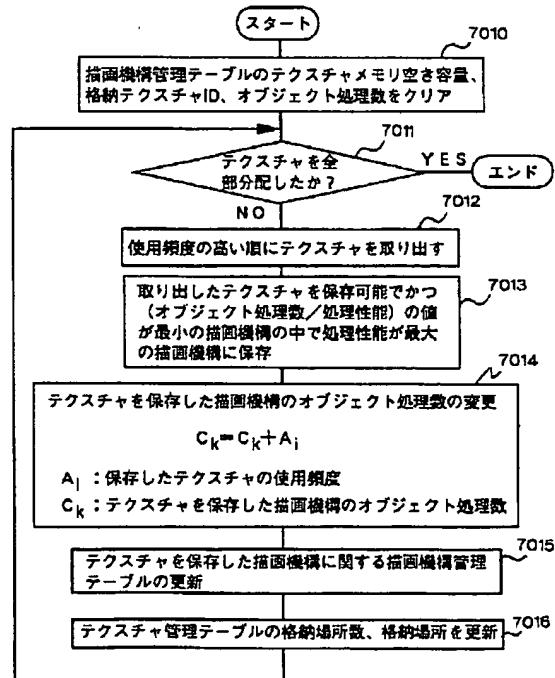
【図30】

第3の実施形態における順序管理分配モードの処理フロー(図30)

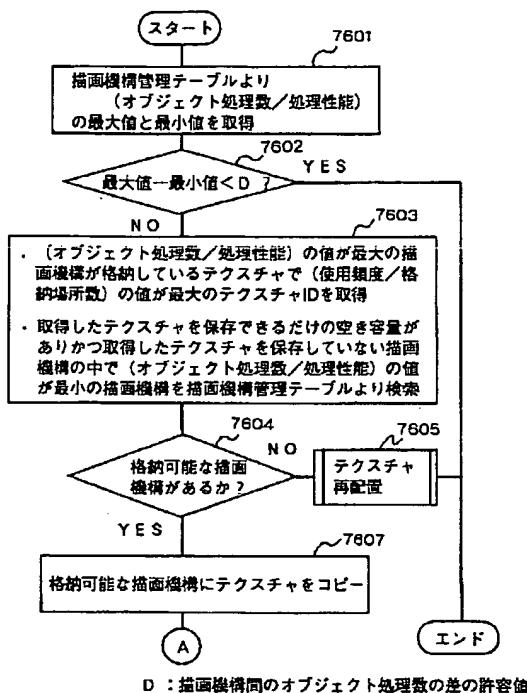


【図33】

第3の実施形態における
テクスチャ再配置処理フロー(図33)



【図34】

第3の実施形態における
テクスチャ修正配置処理フロー その1(図34)

【図35】

第3の実施形態における
テクスチャ修正配置処理フロー その2(図35)